الأسمدة
وإستعمالاتها





International Fertilizer Industry Association

الأسمدة واستعمالاتها

كتيب دليـــل للمرشديـــن الزراعيـــين

الطبعة الرابعة المنقحة

منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة
الاتحاد الدولي لصناعة الأسمدة
المعهد الدولي للفوسفاط
الرباط، ٢٠٠٣

الأوصاف المستخدمة في هذا المطبوع وطريقة عرض موضوعاته لا تعبر عن أي رأي خاص لمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة فيما يتعلق بالوضع القانوني لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة، أو فيما يتعلق بسلطاتها أو بتعيين حدودها وتخومها.

الأسمدة واستعمالاتها. نشرت الفاو الطبعة الأولى من هذا الكتيب باللغة الإنجليزية في روما في سنة ١٩٦٥.

الطبعة الرابعة المنقحة، تنشرها الفاو والإيفا والإمفوس معا.

رقم الإيداع ISBN 92-5-104414-7

الطبعة الأولى بالعربية	١٩٦٥
الطبعة الثانية المنقحة بالعربية	١٩٧٢
الطبعة الثالثة المنقحة بالعربية	١٩٧٨
الطبعة الرابعة المنقحة بالعربية	٢٠٠٣

الاتحاد الدولي لصناعة الأسمدة (إيفا)

IFA
28, rue Marbeuf
75008 Paris, France
Tel:+33 1 53 930 500
Fax:+33 1 53 930 545/546/547
Email: publications@fertilizer.org
internet: www.fertilizer.org

المعهد الدولي للفوسفاط (الإمفوس)
٣، زنقة عبد القادر ألمازني
ص.ب. ١٥٩٦٣، الدار البيضاء
٢٠٠٠١، المغرب
التلفون: ٢٥/٢٤/٢٢ ٤١ ٤٨ ٢٢ ٢١٢+
الفاكس: ٢١ ٤١ ٤٨ ٢٢ ٢١٢+
الانترنيت: www.imphos.org
البريد الإلكتروني: imphos@casanet.net.ma

رموز العناصر المستخدمة في هذا الكتيب

تسهيلا على القارئ العربي، نورد فيما يلي قائمة بالعناصر الغذائية ورموزها العربية والإنجليزية:

الاسم بالعربية	الرمز بالعربية	الرمز بالإنجليزية
ألومنيوم	لو	Al
نيتروجين=أزوت	ن	N
أوكسجين	أ	O
بوتاسيوم	بو	K
بور ون	ب	B
حديد	ح	Fe
زنك	خ	Zn
صود يوم	ص	Na
فوسفور	فو	P
كالسيوم	كا	Ca
كبريت	كب	S
كربون	ك	C
كلور	كل	Cl
كوبالت	كو	Co
ماغنسيوم	مغ	Mg
منجنيز	من	Mn
موليبد نيوم	مو	Mo
هيدروجين	يد	H
نحاس	نح	Cu

تقديم

أعد هذا الكتيب أساسا لكي يستدل بواسطته المرشدون الزراعيون العاملون في نطاق برنامج الأسمدة التابع لمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة. نشرت الطبعة الأولى بالعربية والإنجليزية في سنة ١٩٦٥، ونشرت الطبعة الثالثة في سنة ١٩٧٨ وأعيد طبعها سنة ١٩٨٦.

في هذه الطبعة العربية الجديدة، طبعة ٢٠٠٣، تمت مراجعة الكثير من نصوص ١٩٧٨ مراجعة تامة، وتم إدماج معلومات عن التقنيات والمعارف الجديدة. يشرح هذا الكتيب الحاجة إلى الأسمدة المعدنية، ودورها في تحديد خصائص النبات والتربة ذات العلاقة بالتسميد، ويقدم في فصل جديد توصيات عامة بالتسميد لمحاصيل مختارة.

ويشمل الفصل عن "تقدير المعدلات السمادية"، معلومات عن أعراض نقص العناصر الغذائية في النبات وعن اختبارات التربة وأنسجة النبات. وهناك فصل آخر مخصص لشرح وتقديم إرشادات عن تخطيط تجارب الأسمدة الإرشادية والتقنيات الإرشادية بصفة عامة.

اعتمد في كثير من التوصيات في مجال تسميد بعض المحاصيل المختارة على كتيب صدر في سنة ١٩٩٢ عن الاتحاد الدولي لصناعة الأسمدة (الإيفا) تحت عنوان: * "World Fertilizer Use Manual". يحتوي هذا الدليل العالمي لاستعمال الأسمدة على معلومات أكثر تفصيلا في الموضوع، ويمكن الحصول عليه مباشرة من الإيفا في باريس. وحتى هذا القدر المستفيض من المعلومات المتاحة في هذا الدليل يحتاج في أغلب الأحيان إلى تعديل من طرف المستعمل، للأخذ في الاعتبار التوصيات السمادية الرسمية الملائمة لظروف المحاصيل والتربة المحلية في كل بلد.

*"World fertilizer Use Manual", 1992, IFA, Paris, 632 p. Web site, http://www.fertilizer.org.
صدر هذا الدليل في شكل كتيب من ٦٣٢ صفحة سنة ١٩٩٢ ونص الدليل متاح كذلك على قرص ضوئي.

بيان المحتويات

قائمة الأشكال

قـــــائـمـة الـجـداول

١. مقدمة

إن دورك كمرشد زراعي أو كمسؤول بالقرية يجعلك في موقع القيادة حيثما تعمل، إذ يتوقع المزارعون منك إجابة لأسئلتهم وتحسيناً لطرق زراعتهم. وستزداد ثقتهم بك كلما كانت إجابتك على استفساراتهم صحيحة. ولقد وضع هذا الكتيب ليزودك بالمعلومات الضرورية التي تمكنك من إرشاد المزارعين إلى الاستعمال الصحيح للأسمدة. والهدف أيضا هو توضيح كيف يجب إدماج استعمال الأسمدة ضمن برنامج متكامل من الأساليب الزراعية الجيدة التي ترمي إلى تحسين الإنتاج الزراعي وبالتالي إلى زيادة إيراد المزارع.

فالأسمدة تمد النبات بحاجته من العناصر الغذائية، وتساعد على زيادة إنتاج المحاصيل ذات العائد النقدي بجودة أفضل. تعيد الأسمدة الخصوبة للتربة التي تعرضت للاستغلال المفرط. وكل هذا سيؤدي إلى تحسين الأوضاع المعيشية بقريتك ومجتمعك وبلدك.

٢. لماذا نحن بحاجة إلى استعمال الأسمدة (زيادة الإنتاج وزيادة إيراد المزرعة)

سيزيد سكان العالم، حسب تقديرات البنك الدولي، من ٦ بليون نسمة في سنة ١٩٩٩ إلى ٧ بليون نسمة في سنة ٢٠٢٠. ربما شاءت الأقدار أن يستقر بك العيش في أحد البلدان المأهولة بالسكان في إفريقيا أو جنوب آسيا حيث تصل وتيرة النمو أو الزيادة المطلقة في عدد السكان إلى أقصاها، وبالتالي فأنت تعرف جيدا تداعيات هذا النمو الديموغرافي السريع، بحيث يتحتم إيواء جميع هؤلاء السكان، وكسوتهم، بل وتغذيتهم. أكثر من ٩٠ في المائة من هذه الزيادة الضرورية في الإنتاج الغذائي لن تأتي سوى من الحقول الخاضعة حاليا للزراعة. هذا في الوقت الذي تقدر فيه منظمة الأغذية والزراعة أن ٧٩٠ مليون نسمة من سكان العالم النامي لم يحصلوا على ما يكفيهم من الغذاء خلال الفترة ما بين ١٩٩٥ إلى ١٩٩٧.

ومع أن هذا العدد الكبير من السكان قد أخذ يتقلص خلال السنوات الأخيرة بنسبة تراوح ٨ ملايين نسمة سنويا، فسيظل مع ذلك ٦٠٠ مليون من البشر يعانون من الجوع في أفق سنة ٢٠١٥، ما لم تتضاعف الجهود.

تتكون أغلبية العاملين في قطاع إنتاج المحاصيل الغذائية في البلدان النامية من مزارعين صغار يصنفون ضمن فقراء الريف. وبالنسبة لهؤلاء المزارعين، يعتبر إدخال نظم زراعية جديدة وتقنيات متطورة أمراً بالغ الأهمية حيث أن تحسن الإنتاج لا يعني فقط مزيدا من الغذاء، بل يعني أيضا ارتفاعا في دخل هؤلاء المزارعين.

وخلاصة القول أن هناك هدفين رئيسين من وراء النشاطات الزراعية:

١. تزويد سكان بلدك (وسكان البلدان الأخرى كذلك) الذين ينمو عددهم باستمرار بكميات أكبر من المواد الغذائية والكساء الضروريين،

٢. تأمين دخل كافي للمزارع وأسرته.

من الصعب القيام بتقدير مضبوط لمساهمة الأسمدة المعدنية في زيادة الإنتاج الزراعي نظراً لتداخل عوامل كثيرة أخرى ذات الأهمية. ولكن الأكيد هو أن الأسمدة ماضية لا محالة في لعب دور حاسم في هذا الصدد، بصرف النظر عما يمكن أن تسفر عنه الأيام من تقنيات جديدة. ويكفي القول أنه في أواسط التسعينيات استخرج تقريبا ٤٠ في المائة (من ٣٧٪ إلى ٤٣٪) من مجموع إمدادات العالم من البروتين الغذائي من مصادر النيتروجين الاصطناعي، والمنتج بواسطة عملية (Bosch-Haber) في التركيب الاصطناعي للأمونيا[١].

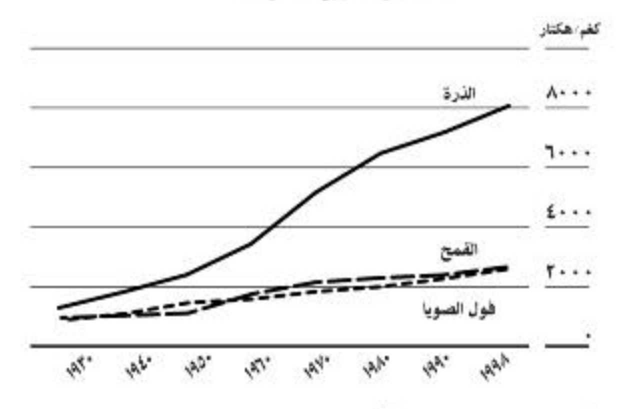
الأسمدة تزيد غلال المحاصيل

يحصل النبات على العناصر الغذائية التي يحتاجها من الهواء والتربة. وسيتعرض هذا الكتيب فقط للعناصر الغذائية التي يحصل عليها النبات من التربة. فعندما تغتني التربة بالعناصر الغذائية، ينمو النبات بشكل أفضل ويعطي غلة وفيرة.

[١] Smil, V. 1999. Long-range Perspectives in Inorganic Fertilizers in Global Agriculture. 1999 Travis P. Hignett Lecture, IFDC, Alabama, USA

أما إذا افتقرت التربة حتى إلى واحد فقط من هذه العناصر التي يحتاجها النبات، فإن ذلك يحد من قدرته على النمو ويقلل من غلة المحصول. ولذا للحصول على غلة عالية فإننا نحتاج للأسمدة لإمداد النبات بالعناصر الغذائية التي تفتقر إليها التربة. إن استعمال الأسمدة غالبا ما يمكننا من مضاعفة غلال المحاصيل، بل زيادتها إلى ثلاثة أضعافها. ولقد أظهرت نتائج آلاف الحقول الإرشادية والتجارب التي أجريت بحقول المزارعين في أربعين بلداً، في نطاق برنامج الأسمدة الأسبق التابع لمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، أن متوسط الناتج عن أحسن المعاملات السمادية لمحاصيل القمح المختبرة خلال ٢٥ عاما من تنفيذ البرنامج، قد ازداد بمعدل ٦٠ في المائة، وقد تفاوتت هذه الزيادة بطبيعة الحال من منطقة لأخرى (بسبب شح مصادر المياه، مثلا) ومن محصول لمحصول ومن بلد لآخر.

الشكل رقم ١: تطور غلال بعض المحاصيل في الولايات المتحدة الأمريكية، خلال الفترة ما بين ١٩٣٠ و١٩٩٨

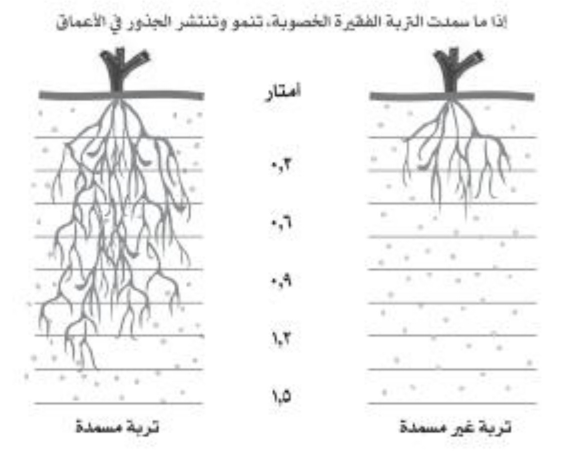


وبالإمكان اختبار كفاءة الأسمدة وتحديد استجابة المحصول النامي للتسميد في تربة معينة، وذلك بإضافة كميات مختلفة من الأسمدة لقطع متجاورة من الأرض ثم قياس ومقارنة غلال المحصول (انظر الفصل ١٢). وتمكننا هذه الاختبارات أيضا من إيضاح مدى أهمية تأثير استعمال السماد في الاستفادة إلى أبعد الحدود من الأرض بل ومن الماء على الخصوص. وهذه الاعتبارات على درجة كبيرة من الأهمية بالنسبة

للمناطق التي تشح فيها الأمطار أو بالنسبة لتلك المحاصيل التي يتعين ريها.

في هذه الحالة يمكن مضاعفة غلة الوحدة المائية المستعملة في إنتاج المحاصيل، وكذلك زيادة تعمق الجذور وانتشارها (الشكل رقم ٢).

الشكل رقم ٢: مدى انتشار جذور النبات بالتسميد وبدون تسميد



الأسمدة العضوية تحسن من كفاءة الأسمدة المعدنية

من الضروري العمل على استغلال جميع العناصر الغذائية المتاحة، قبل التفكير في إضافة الأسمدة، كمثال روث البقر وسائر فضلات الحيوانات والطيور وبقايا النباتات ومخلفات المحاصيل والقش ومخلفات الذرة وغيرها من المواد العضوية. وعلى كل، فإن جميع هذه المواد يجب إعدادها لتتحلل تماما إلى سماد مختلط قبل إضافتها للتربة. وبتحلل المواد العضوية الطرية، مثل قش الذرة، تثبت مؤقتا عناصر التربة الغذائية، خصوصا النيتروجين، بحيث لا تصبح متاحة للمحصول التالي.

ومهما كان محتوى المواد العضوية من العناصر الغذائية ضئيلا ومتباينا، فهي تظل ذات جدوى هامة جدا لأنها تحسن أيضاً من أحوال التربة بصفة عامة. فهي تساهم في تحسن بنائها وتقلل من انجرافها.

كما أن لها تأثير منظم لحرارة التربة، وتساعد على احتفاظها بالرطوبة، وبالتالي فهي تحسن من خصوبة التربة بشكل ملموس. إضافة لذلك، تعتبر المادة العضوية في حد ذاتها غذاء ضروريا للكائنات الحية في التربة.

ونتيجة لهذه المزايا فإن الأسمدة العضوية غالبا ما تهيئ البيئة الأساسية اللازمة للاستخدام الناجح للأسمدة المعدنية. ومما لا شك فيه أن استخدام النوعين من الأسمدة معا فيما يعرف بنظم التغذية المتكاملة للنبات، يوفر ظروفا بيئية نموذجية لنموه، إذ تحسن الأسمدة العضوية خواص التربة بينما تمده الأسمدة المعدنية باحتياجاته من العناصر الغذائية.

ولما كانت الأسمدة العضوية لا تكفي وحدها (وكثيرا ما تكون غير متاحة بكميات كبيرة) للوفاء بمتطلبات الإنتاج الذي يستهدفه المزارع، كان ضروريا الاعتماد على إضافة الأسمدة المعدنية. والمشاهد أنه حتى في البلدان التي تستخدم نسبة كبيرة من المخلفات العضوية كسماد، يزداد الاستهلاك من الأسمدة المعدنية زيادة مطردة.

٣. العناصر الغذائية - دورها بالنسبة للنبات ومصادرها

العناصر الغذائية التي يحتاجها النبات لنموه

هناك ١٦ عنصرا تعتبر ضرورية لنمو الغالبية العظمى من النباتات، مصدرها الهواء المحيط بنا والتربة التي نعيش فوقها. ويصل أغلب هذه العناصر للنبات من خلال محلول التربة.

وفيما يلي توزيع هذه العناصر تبعا لمصدرها:

أ. من الهواء: كربون (ك) في صورة ثاني أكسيد الكربون (ك أ$_{٢}$)،

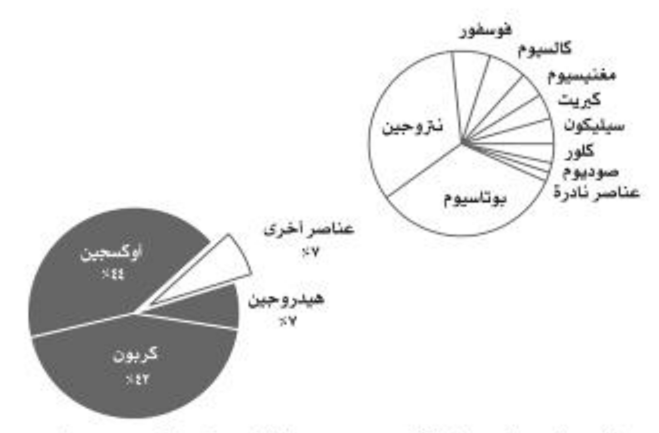
ب. من الماء: هيدروجين (يد) وأوكسجين (أ) في صورة ماء (يد$_{٢}$أ)

ج. من التربة والأسمدة المعدنية والمواد العضوية الحيوانية: نتروجين (ن) – وتحصل النباتات البقلية (القرنيات) على النيتروجين من الهواء بمساعدة البكتريا التي تعيش بالعقد الجذرية – (انظر الفصل٤،

الجذيرة /تثبيت النيتروجين بيولوجيا/التسميد الأخضر/الفطر الجذري)- فوسفور (فو)، بوتاسيوم (بو)، كالسيوم (كا)، ماغنسيوم (مغ)، كبريت (كب)، حديد (ح)، منجنيز (من)، زنك (خ)، نحاس (نح)، بورون (ب)، موليبدنيوم (مو)، كلور (كل).

ويبين الشكل رقم ٣ هذه العناصر ومتوسط نسبتها المئوية في المادة الجافة للنبات.

الشكل رقم ٣: متوسط محتوى النباتات من العناصر الغذائية



هناك عناصر كيميائية أخرى يمتصها النبات، قد تكون مفيدة لبعض النباتات وإن كانت غير ضرورية لنمو جميع النباتات.

وتؤدي إضافة الأسمدة المعدنية والعضوية وبقايا المحاصيل للتربة إلى زيادة إمداد النبات بالعناصر الغذائية. وسيرد في الفصل العاشر من هذا الكتيب بيان تفصيلي بكميات العناصر الأساسية التي تحتاجها المحاصيل الرئيسة.

وظائف العناصر الغذائية

إذا ما تركنا عنصر الكربون (ك) جانبا، إلى حين تجيء مناقشته تحت عنوان التمثيل الضوئي، فإننا نجد أن النبات يمتص جميع العناصر الغذائية الأخرى من محلول التربة. وتنقسم العناصر الغذائية إلى فئتين (تقسيم كمي):

أ. العناصر الكبرى، وتنقسم إلى عناصر أساسية وعناصر ثانوية.

ب. العناصر الصغرى أو الدقيقة.

العناصر الكبرى يحتاج إليها النبات بمقادير كبيرة، وإن نقص عنصر واحد أو أكثر منها بالتربة وجبت إضافته بكميات كبيرة حسب الحاجة. وقد تفتقر التربة بطبيعتها إلى واحد أو أكثر من هذه العناصر، أو تصبح فقيرة نتيجة لإزالة هذه العناصر بصفة مستمرة مع المحاصيل على مر السنين، أو عند زراعة التربة بالأصناف عالية الغلة، والتي تفوق الأصناف المحلية شراهة في احتياجاتها للعناصر الغذائية.

وخلافا للعناصر الكبرى، تكفي مقادير صغيرة جدا من العناصر الصغرى أو الدقيقة عند وجودها بالتربة لسد حاجة النبات الضرورية منها، وإن غابت أو تعطل تأثيرها كان في إضافة القدر اليسير منها ما يعوض نقصها.

من بين مجموعة العناصر الكبرى التي يحتاج النبات إليها بمقادير كبيرة لنموه، فإن **العناصر الغذائية الأساسية أو الرئيسة** هي النيتروجين، الفسفور، والبوتاسيوم.

النيتروجين (ن): يعتبر النيتروجين القوة المحركة لنمو للنبات، ويشكل من ١ الى ٤ بالمائة من الوزن الجاف للنبات، ويمتصه من التربة في صورة نترات ($ن أ_{٣}^{-}$) أو أمونيوم ($ن يد_{٤}^{+}$). وفي النبات يتحد النيتروجين مع المركبات الناتجة من استقلاب (ميتابوليزم) الكربوهيدرات مكونا الأحماض الأمينية والبروتين. وطالما أنه يشكل المركبة الأساسية للبروتينيات، فهو يشترك في جميع العمليات الأساسية لبناء النبات وتكوين غلته. ذلك إلى جانب أن توافره بالقدر الكافي يعتبر ضروريا لامتصاص النبات لغيره من العناصر الغذائية.

الفوسفور (فو): والذي يشكل من ٠.١ إلى ٠.٤ بالمائة من الوزن الجاف للنبات، يلعب دورا رئيسيا في تحولات الطاقة في النبات، ولذا فهو ضروري للتمثيل الضوئي وغيره من العمليات الفسيولوجية – الكيميائية. كما أنه لا غنى عنه لانقسام الخلايا وتكوين ونمو الأنسجة النباتية، لا سيما في مناطق النمو. وتفتقر إلى الفوسفور معظم الترب الطبيعية والزراعية أو تلك الترب التي يحد فيها التثبيت من توافر الفوسفور.

البوتاسيوم (بو): والذي يشكل من ١ إلى ٤ بالمائة من الوزن الجاف للنبات. له مهام عديدة، فهو عامل ينشط أكثر من ٦٠ إنزيما (مركبات كيميائية تحكم حياة النبات)، وبذلك يلعب دورا حيويا في تركيب الكربوهيدرات والبروتين. كما أنه يحسن من النظام المائي للنبات ويزيد من قدرته على مقاومة الجفاف والصقيع والملوحة والأمراض.

العناصر الثانوية هي المغنيسيوم، الكبريت، والكالسيوم. ويمتص النبات هذه العناصر كذلك بكميات كبيرة.

المغنيسيوم (مغ): هو المكون الرئيسي للكلوروفيل، أي الصبغة الخضراء بالأوراق التي تقوم بمهمة استقبال الطاقة الشمسية: وبذلك تحتوي الأجزاء الخضراء على ١٥٪ إلى ٢٠٪ من المغنيسيوم الموجود بالنبات. والمغنيسيوم يشارك أيضا في التفاعلات الإنزيمية الخاصة بتحولات الطاقة في النبات.

الكبريت (كب): مكون أساسي للبروتين، هذا بالإضافة إلى أنه يدخل في تكوين الكلوروفيل. يشكل الكبريت في أغلب النباتات من ٠.٢ إلى ٠.٣ (من ٠.٠٥ إلى ٠.٥) بالمائة من وزن النبات الجاف. ولذلك فإن للكبريت نفس أهمية الفوسفور والمغنيسيوم بالنسبة لنمو النبات، وإن كان الدور الذي يقوم به لا يحظى غالبا بالتقدير الكافي.

الكالسيوم (كا): ضروري لنمو الجذور، كما أنه مكون لمواد جدار الخلية. ومع أن نقص الكالسيوم أمر نادر الحدوث، إذ تحتوي معظم الأتربة على كميات وفيرة منه وفي صورة صالحة للنبات، إلا أن هذا النقص قد يصبح واردا في التربة الاستوائية التي استنفذ ذخرها من الكالسيوم إلى درجة كبيرة. وغالبا ما تكون إضافته للتربة في صورة كربونات كالسيوم أو جبس لمعالجة حموضتها أو قلويتها وليس لرفع محتواها من الكالسيوم كعنصر غذائي للنبات.

العناصر الصغرى أو الدقيقة وهي الحديد (ح) والمنجنيز (من) والزنك (خ) والنحاس (نح) والموليبدنيوم (مو) والكلور (كل) والبورون (ب). وتدخل هذه العناصر في تركيب مكونات أساسية لازمة لنمو النبات، مثلها في ذلك مثل الفيتامينات في تغذية الإنسان. ونظرا لامتصاص النبات لهذه العناصر بكميات ضئيلة فإن توافر، أو إضافة، القدر اليسير يكفي لسد احتياجاته المثلى منها. وتعتمد صلاحيتها

للنبات أساسا على درجة تفاعل التربة. وإذا زاد إمداد البورون عن حده في التربة، قد تصبح له آثار سلبية على المحصول.

ومن العناصر الغذائية الأخرى ذات الفائدة بالنسبة لبعض النباتات: الصوديوم (ص) بحيث يعتبر عنصرا ضروريا بالنسبة للشمندر السكري مثلا، وكذلك السيليكون (س) بالنسبة للحبوب مثلا، إذ يقوي هذا الأخير من سيقان السنابل ويجعلها تقاوم الرقاد. كما أن الكوبلت (كو) من الأهمية بمكان في عملية تثبيت النيتروجين في البقليات.

غير أن بعض العناصر الدقيقة قد تصبح سامة للنبات إن وجدت بكميات تفوق مستواها العادي. وغالبا ما يحدث هذا التسمم عندما ينخفض أس الحموضة (pH) إلى مستوى أدنى أو دون الأدنى.

ويعتبر التسمم من الألومنيوم والمنجنيز أكثر الحالات غالبية، وذلك في علاقته مباشرة مع التربة الحامضية (acid soils).

من الجدير بالذكر أن كل واحد من العناصر الغذائية، سواء كان لازما بكميات كبيرة أو دقيقة، يؤدي دورا محددا في نمو النبات وإنتاج الغذاء ولا يستطيع عنصر أن يستبدل بعنصر آخر.

التمثيل الضوئي

تؤدي عملية تبخر قدر كبير من الماء أثناء النهار إلى امتصاص كمية منه محملة بالعناصر الغذائية ونقلها إلى أوراق النبات الخضراء حيث تتم عملية مهمة يطلق عليها التمثيل الضوئي.

وهي عملية تحدث في الأوراق الخضراء، والتي يطلق عليها عملية التمثيل الضوئي، كما أنها عملية طبيعية يتم بواسطتها تحويل العناصر غير العضوية التي يمتصها النبات من الهواء والتربة إلى مادة عضوية، بمساعدة الطاقة الضوئية للشمس: تتحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية (الشكل رقم ٤).

وتعزى أهمية التمثيل الضوئي الأساسية إلى تحول ثاني أكسيد الكربون والماء، اللذان لا قيمة لهما من حيث الطاقة، إلى كربوهيدرات (مادة سكرية) تشكل المادة الأساسية لخلق جميع المواد العضوية الأخرى التي ينتجها النبات. ولولا التمثيل الضوئي ما كان للحياة أن توجد على وجه الأرض.

الشكل رقم ٤: تصنع النباتات المواد السكرية من ضوء الشمس والماء والعناصر الغذائية بالتربة



من المهم أن تتوفر العناصر الغذائية بما يكفي للأداء الصحيح لهذه العملية، ذلك أن فقدان أحد العناصر الغذائية من التربة يؤدي إلى إعاقة عملية التمثيل الضوئي.

تبدو على النبات أعراض نقص عنصر ما عندما لا تتوافر الكمية الموجودة منه بالقدر الكافي، مثلما يحدث للإنسان عندما لا يحصل على غذاء مناسب. فالنمو يعتمد على إمداد النبات باحتياجاته من كل عنصر غذائي، كما تتأثر الغلة بالعناصر الناقصة (العناصر الناقصة المحددة للغلة). وفي مجال الإنتاج الزراعي غالبا ما يحدث نقص في النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والمغنيسيوم والكبريت. ولهذا يجب إضافة هذه العناصر الغذائية على شكل أسمدة معدنية لضمان الحصول على غلة مرضية.

الشكل رقم ٥: للحصول على أكبر غلة ممكنة يجب ألا يكون أحد العناصر الغذائية هو العامل المحدد للنمو

تتفاعل العوامل مما يمكن النبات من القيام بالاستغلال الأمثل للعامل المحدد للنمو عندما تكون العوامل الأخرى قريبة من الحد الأمثل



غلة المحصول لا يمكن أن تكون أكثر مما يسمح به أكثر العناصر الغذائية المحددة بالتربة

٤. التربة

يستجيب النبات أحسن استجابة للسماد إذا كانت التربة خصبة جدا، وأهم العوامل التي تحدد خصوبة التربة ما يلي: محتوى التربة من المواد العضوية (بما فيها كتلة الأحياء الدقيقة)، قوام التربة، وبناؤها، وعمقها، ومكوناتها من العناصر الغذائية، وقدرتها على التخزين (قدرة الامتزاز[٢]) وتفاعل التربة وخلوها من العناصر السامة (الألومنيوم الحر مثلا). تختلف الترب كثيرا من حيث تأثرها بهذه العوامل، ولمعرفة كيف يمكن تطوير خصوبة التربة من أدنى مستوى أومن مستوى متوسط إلى مستوى أحسن، يجب أن تكون للمزارعين معرفة مبدئية بتربتهم.

---

[٢] يشير الامتزاز (Absorption) إلى خاصية التربة في تثبيت جزيئات الماء والأيونات على سطح جزيئات الطين أو المادة العضوية بوساطة قوة التجاذب والالتصاق بين الجزيئات.
بينما يشير الامتصاص (Adsorption) إلى عملية مؤداها دخول الماء مع العناصر الغذائية التي يحتويها في جذور النبات باختراق السطح، عندما تحصل جذور النبات على الماء والعناصر الغذائية من التربة.

ما هي التربة؟

تعتبر التربة مادة عظيمة الأهمية، وهي الطبقة السطحية من القشرة الأرضية التي تكونت نتيجة تحلل وتفتت الصخور – على مر الزمن – بفعل المناخ والنبات والإنسان.

قد تكون مادة الأصل المكونة للتربة هي الصخر الموجود تحتها أو رواسب الأنهار والبحار (تربة رسوبية) أو مواد منقولة بالرياح (رواسب ريحية مثل الرواسب الطفالية "loess" أو تربة من الرماد البركاني).

وترجع أهمية التربة إلى تثبيتها للنبات وكونها بيئة لنموه، إذ تنتشر جذور النبات عبر طبقاتها المسامية، كما تقوم بدور المستودع للعناصر الغذائية والماء. وتختلف التربة في قدرتها على إمداد النبات بالعناصر الغذائية المختلفة تبعا لتكوينها. وهنا تجدر الإشارة إلى أن لون التربة ليس دليلاً على خصوبتها، وذلك على عكس الاعتقاد السائد.

مكونات التربة، وقوامها، وبناؤها

تتكون التربة من حبيبات معدنية مختلفة الأحجام، وحبيبات ناتجة عن تفتت وتحلل مادة الأصل بالعوامل الحيوية، ومواد عضوية مثل بقايا النباتات والحيوانات، وكميات متفاوتة من الماء والهواء.

وتقسم **الحبيبات الصلبة** تبعا لأحجامها إلى:

الحصى والحجارة: وهي التي يزيد قطرها عن مليمترين،

الرمل: ويتراوح قطر حبيباته بين ٢,٠ إلى ٠,٠٢ ميليمتر،

الغرين (silt): ويتراوح قطر حبيباته بين ٠,٠٢ إلى ٠,٠٠٢ ميليمتر،

الطين: وهو الذي يقل قطر حبيباته عن ٠,٠٠٢ ميليمتر.

ويشير **قوام التربة** إلى التوزيع النسبي لمكونات الرمل والغرين والطين بها. وتوصف التربة تبعا لقوامها على أنها رملية، طميية رملية، طميية، طينية، طينية...الخ. كما قد يشار إليها على أنها تربة خفيفة (وهذا يعني أنها رملية أو طميية رملية)، وتربة متوسطة (طمية)، أو تربة ثقيلة القوام (مثل الطميية الطينية أو الطينية) حسب قابلية التربة للفلاحة.

أما **بناء التربة** فهو يتعلق بتجميع حبيباتها الدقيقة في مجمعات أو وحدات أكبر حجما. وتتميز التربة الرطبة جيدة البناء باحتوائها موادا

صلبة بنسبة ٥٠ ٪ من حجمها، بينما يشغل كل من الماء والهواء ٢٥ في المائة من ذلك الحجم.

ولقوام التربة وبنائها أهمية خاصة بالنسبة لخصوبة التربة وبالتالي لنمو النبات. فالتربة ذات القوام الخشن (أو الرملية) لا تحتفظ بالماء والعناصر الغذائية بشكل جيد. لذلك وجب استعمال الأسمدة بعناية خاصة لتجنب غسل العناصر الغذائية (النيتروجين والبوتاسيوم) من التربة. وعلى العكس من ذلك، يمكن للتربة الطينية الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية، غير أنها قد تفتقر إلى جودة الصرف والتهوية.

ويؤدي تفتيت هذه التربة عن طريق إضافة كربونات الكالسيوم أو المواد العضوية من ناحية أخرى إلى تحسين البناء.

يساعد حرث التربة وفلاحتها إلى زيادة عمقها (أي زيادة الحجم المتاح لانتشار جذور النبات في العمق)، لكن هذا العمل يؤدي إلى تفتيت بناء التربة، بينما تعمل المواد العضوية على تعزيز واستقرار هذا البناء، وزيادة قدرة التخزين.

ويتباين البناء باختلاف المناطق المناخية، ففي المنطقة المعتدلة حيث تتحلل بقايا النباتات ببطء نظرا للبرودة المعتدلة، ورطوبة الجو، قد تصبح التربة غنية بالمادة العضوية (غالبا أكثر من ٥ في المائة). أما في الأقاليم شبه الاستوائية، والمتميزة بمناخ حار جاف، فتكون التربة فقيرة في مادتها العضوية (إذ تصل أحيانا إلى ١,٠ في المائة). ولكن بفضل توافر الكالسيوم المجمع للحبيبات تحتفظ تربة هذه الأقاليم ببنائها الممتاز. وفي المنطقة الاستوائية، حيث تتحلل المادة العضوية بسرعة نتيجة لتأثير المناخ والنشاط الميكروبيولوجي، فإن احتفاظ التربة بثبات بنائها يعود إلى وجود أكاسيد الحديد والألومنيوم بها.

كيف تحتفظ التربة بالعناصر الغذائية وتطلقها

بتحلل الصخور نتيجة العوامل الجوية وعوامل التعرية، تتكون التربة وتتحرر العناصر الغذائية للنبات. وتختلف كمية ونوعية هذه العناصر المتحررة باختلاف المواد المعدنية التي تحتويها تلك الصخور وطبيعة ودرجة التحلل الذي تعرضت له. وتحتفظ بعض مكونات التربة كالطين (معادن الطين) والمادة العضوية، وبدرجة أقل بعض أكاسيد الحديد،

بالعناصر الغذائية في صورة صالحة للنبات، بمعنى أن هذه العناصر الغذائية تلتصق بمكونات التربة (معقد الامتزاز) (complex Adsorption)، وتتحدد الخصوبة الطبيعية للتربة بمقدرتها على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية أي قدرتها الإمتزازية (Capacity Storage/Adsorption).

تحمل العناصر الغذائية شحنات كهربائية موجبة (+) (الكاتيونات) أو سالبة (-) (الأنيونات). وحسب شحناتها الكهربائية تجتذبها حبيبات الطين والمادة العضوية مثلما يجتذب المغناطيس كرة حديدية.

ويطلق على ماء التربة الذي يحتوي على العناصر الذائبة في صورة ذائبة صالحة للنبات اسم "محلول التربة". ولما كانت جذور النبات لا تمتص هذه العناصر إلا في صورة ذائبة، لذا كان انطلاقها من معقد الامتزاز إلى محلول التربة ضروريا حتى تصبح صالحة لامتصاص النبات.

وتقوم حالة من التوازن بين امتزاز العناصر الغذائية على سطوح الحبيبات وبين انطلاقها إلى محلول التربة. فإذا ما اختل هذا التوازن بامتصاص قدر من هذه العناصر من خلال جذور النبات، انطلق قدر مكافئ له من على معقد الامتزاز لقيام توازن جديد. في هذه العملية، الكاتيونات يحل محلها أيونات كا$^{+2}$، مغ $^{+2}$ انطلاقا من الحبيبات الصلبة (عادة لا توجد ذائبة) أو يد$^{+}$، بينما تعوض الأنيونات بأيون أيد$^{-}$، (يد$^{+}$ + أيد$^{-}$ = ماء). وتتحرك العناصر المنطلقة من مواقع تركيز مرتفع لمحلولها بالقرب من معقد الامتزاز، إلى مواقع تركيز منخفض لمحلولها، بالقرب من الجذور. وتسمى عملية انتقال العناصر من معقد الامتزاز إلى الجذور بعملية "الانتشار (Diffusion).

وعندما تترك الأرض بدون زراعة لفترة من الوقت (بور) تتجمع العناصر الغذائية الموجودة بمحلول التربة. وينطبق ذلك على وجه الخصوص بالنسبة للنيتروجين الناتج عن تحلل المادة العضوية. قد يكون لهذا الترك أثر سلبي على البيئة، لأن جزءاً كبيرا من النيتروجين المتراكم يتعرض للغسيل من التربة الخفيفة القوام وتحت الظروف الرطبة ويصرف نحو المياه الجوفية (أو أنه يضيع من جراء عملية إزالة وانتقاص

النترات[2] (Denitrification)؛ وكذلك قد يتعرض البوتاسيوم المتراكم للغسيل.

أما في الظروف المناخية شبه الجافة، فقد تتحرك هذه العناصر (الكلور وكبريتات الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم مثلا) بفعل التبخر إلى السطح مسببة ملوحة التربة وضرراً للنباتات النامية عقب فترة بور للتربة.

ولكن التربة القديمة التي تعرضت إلى عوامل التعرية و ضاعت منها أغلب الكاتيونات، تحتوي على فائض في الشحنات السلبية. ستحتبس في هذه التربة تلك العناصر الغذائية المضافة التي تحمل كاتيونات موجبة.

وتتفاوت مختلف العناصر الغذائية (الكاتيونات والأنيونات) في قوة جذب معقد الامتزاز لها. وبالنسبة للكاتيونات تتأثر هذه القوة أساسا بمدى احتواءها على الماء والشحنات التي تحملها. فالألومنيوم (لو$^{3+}$) أشدها مسكا بمعقد الامتزاز، وتليه العناصر الدقيقة المعدنية (كالحديد، والمنجنيز، والزنك) والبوتاسيوم (بو$^{+}$) والأمونيوم (ن يد$_4^{+}$)، والكالسيوم (كا$^{2+}$) والمغنيسيوم (مغ$^{2+}$). أما الأنيونات، فيميل الفوسفات (فوأ$_4^{3-}$) وهو أنيون بطيء الحركة جدا، إلى الإمساك بشدة في بعض المواقع موجبة الشحنة على سطوح أنواع من مكونات التربة ومعادن الطين مثل الكالسيوم والحديد والألومنيوم. وعلى العكس من ذلك، تميل كل من أنيونات الكلور (كل$^{-}$) والنترات (ن أ$_3^{-}$) إلى البقاء ذائبة في محلول التربة والتحرك مع تيار الماء (Mass flow) في التربة إلى الجذور عند امتصاصها له، أو أنها تصرف مع مياه الغسيل. وعلى غرار النترات، تظل الكبريتات (كب أ$_4^{2-}$) متحركة نسبيا وتتعرض بدورها للغسيل.

وقد تعجز التربة في حالتها الطبيعية عن إمداد النبات باحتياجاته الغذائية اللازمة لنمو أمثل، وهنا يصبح ضروريا استخدام المادة العضوية والمخلفات المتحللة والأسمدة. وبتحلل هذه المواد وبذوبان الأسمدة تنفرد الكاتيونات والأنيونات وتسلك نفس النهج السابق.

---

[2] وهي عملية 'Denitrification'، تطلق على ضياع النيتروجين من التربة نتيجة لقيام بعض بكتريا التربة تحت ظروف لا هوائية باختزال النترات في التربة والمياه إلى أكسيد النيتروجين وغاز النيتروجين، خصوصا في التربة المشبعة أو المغمورة بالمياه:

ن أ$_3^{-}$ ← ن أ$_2^{-}$ ← ن أ ← ن$_2$أ ← ن$_2$.

وتعتبر عملية تبادل العناصر الغذائية، وامتزازها وانطلاقها بمحلول التربة، مهمة للغاية. على أن للفرق بين قدرة امتزاز الكاتيونات و الأنيونات على الخصوص، أثر بالغ على طريقة وتوقيت إضافة الأسمدة (خصوصا الأسمدة النيتروجينية) من أجل الحصول على أعلى كفاءة في استعمال الأسمدة ومن أجل تجنب التلوث عن طريق الغسيل.

ومن الحقائق التي يجب ألا تغيب عن أذهاننا أن للمادة العضوية قدرة على امتزاز كمية أكبر من العناصر الغذائية إذا ما قورنت بكمية مماثلة من الطين. ولهذا فمن المهم رفع محتوى المادة العضوية بالأراضي خاصة الاستوائية المتدهورة، حيث تنخفض القدرة الإمتزازية لمعادن الطين بها (تربة كاؤلينيتية، مثلا).

الكائنات الحية في التربة

تعتبر حركة الكائنات الحية في التربة ضرورية لتأمين خصوبة عالية بالتربة وإنتاج زراعي جيد. وأغلب عمل هذه الكائنات مفيد للمزارع، لأنها تفكك المادة العضوية لتصبح دبالا، وتجمع حبيبات التربة لتعطيها بناء أحسن، كما أنها تحمي الجذور من الأمراض والطفيليات، وتحتفظ بالنيتروجين والعناصر الغذائية الأخرى في التربة، وتنتج الهرمونات التي تساعد النباتات على النمو. ويمكنها أن تحول وتختزل الملوثات التي تجد طريقها إلى التربة.

وبعد خلط النيتروجين (ن) والفوسفور (فو) والكبريت (كب) بالتربة تتناولها ديدان التربة كطعام ، وتتحول أشكالها الغير قابلة للذوبان التي تحتويها حبيبات المادة العضوية، إلى أشكال متاحة لامتصاص النبات بفضل نشاطات البكتيريا. بالإضافة إلى تحرير وتحريك العناصر الغذائية للنبات، فإن البكتريا تلعب دورا أساسيا في دورة النيتروجين في التربة، مثلا في عملية النشدرة[٤] (ammonification) والنترجة[٥] (nitrification) وعملية انتقاص النترات (denitrification) وتثبيت الآزوت[٦].

[٤] تتكون الأمونيا أو النشادر مثلا من الأحماض الأمينية:
دبال ← ر-ن يد$_2$+ يد$_2$أ ← ن يد$_3$ + ر-أيد
$(humus \rightarrow R\text{-}NH_2 + H_2O \rightarrow NH_3 + R\text{-}OH)$

[٥] تحويل ن يد$_4^+$ عن طريق البكتريا (من نشدرة أو من الأسمدة) إلى ن أ$_3^-$:
٢ن يد$_4^+$ + ٣أ$_2$ ← نتروسوموموس (nitrosomonas) ← ٢ن أ$_2^-$ + ٢ يد$_2$أ +٤ يد$^+$
٢ن أ$_2^-$ + أ$_2$ ← (nitrobacter/nitrosolobus) ← ٢ن أ$_3^-$
يفترض أنه خلال عملية النترجة، يحصل ضياع كبير للنيتروجين في شكل غازات تأثر على البيئة، مثل غاز ن$_2$أ (N_2O) وغاز ن أ (NO)

[٦] انظر الحي الجذري أو الجذيرة (الرايزوبيوم) (Rhizobium)
عملية تثبيت النيتروجين بيولوجيا (biological N-fixation)

معظم نباتات وحيوانات التربة في منطقة ما (fauna and flora) تعيش حيهوائيا، أي لا يمكنها أن تتنامى إلا بوجود الأكسجين من الهواء. لكن بعض الأنواع تعيش في وسط لا حيهوائي أي وسط مجرد من الأكسجين (انظر عملية انتقاص النترات في الذيل ٣).

إن الكربون (ك) هو أهم عنصر على الإطلاق للغالبية العظمى من أحياء التربة (أكسيد الكربون مشتق من الحامض الكربوني الموجود في المادة العضوية للتربة). وتعتبر نسبة تواجد أكسيد الكربون في التربة مقياسا لنشاطات الكائنات الحية في التربة.

رطوبة التربة الكافية وأسها الهيدروجيني الذي ينحصر بين ٥ و٦ (وكذا درجة الحرارة التي تتراوح بين ١٥ و٣٥ درجة مئوية) مع إتاحة نصيب كاف من المادة العضوية (كمصدر للكربون والطاقة) من شأنها كلها أن توفر الشروط المثلى لحياة نشيطة لهذه الكائنات الحية في التربة.

يمكن للمزارع أن يعضض من هذا النشاط المفيد بأشكال مختلفة:

- بالمحافظة على تهوية جيدة للتربة، وكذلك على سعة كافية من الماء المحتبس في التربة، وصرف جيد؛
- محاولة الإبقاء على الأس الهيدروجيني للتربة في المستوى الملائم (ما بين ٥ و٦) بإضافة الجير (lime) بكميات معتدلة وتجنب التغييرات الكبيرة في الأس الهيدروجيني؛
- إمداد التربة بكميات هائلة من المادة العضوية؛
- إمداد التربة بغطاء نباتي أو فرش من القش أو بقايا النبات لتخفيض انجراف التربة وحفظ رطوبتها؛ وأخيرا
- تجنب استعمال مختلف المواد الكيماوية بدون تمييز، مما قد يحدث ضررا بالتوازن البيئي للتربة ويصيب المحاصيل بالأضرار.

الحي الجذري/ التثبيت البيولوجي للنيتروجين/ تسميد بالسماد الأخضر/ الفطر الجذري أو الميكوريزا

تعد الزراعات البقلية من فصيلة القرنيات (مثل زراعة البقوليات الغذائية والبازلاء وفول الصويا وأنواع البرسيم والفصة والنباتات البيقية) مصادر للنيتروجين ذات أهمية. وهي تنمو في تعايش حيوي مع بكتيريا الحي

الجذري أو الرايزوبيوم، وتقوم بتثبيت النيتروجين من الهواء (ن٢) في عقد على شكل نتوء تنمو على الجذور الصغيرة للنبات.

إن البقليات تعمل على تأمين الطاقة، والماء والعناصر الغذائية اللازمة لحياة المتعضيات أو الأحياء الدقيقة وتحصل منها في المقابل على النيتروجين الذي تنتجه هذه الأحياء الدقيقة. وتحت الظروف المواتية، تصل كميات النيتروجين المثبت عن طريق بكتيريا الرايزوبيوم أو الحي الجذري في المعدل إلى ما بين ١٥ و٢٠ كغ في الهكتار، وتبلغ أقصى مدى عند ما تصل إلى مستوى ٢٠٠ كغ للهكتار الواحد من النيتروجين. ولو أن المعدل المشار إليه ب ١٥ إلى ٢٠ كغ نيتروجين للهكتار يعتبر معدل منخفض جدا، ولكنه قد يكون محط اهتمام المزارعين الصغار، أولئك الذين تعوزهم الإمكانيات لشراء الكميات الضرورية من السماد النيتروجيني أو الذين لا تتوفر لهم تسهيلات الاقتراض.

تفضل البقليات التربة الجيرية ولا تنمو بشكل مرضي في التربة الحمضية. وفي حالة التربة الحمضية، تصبح إضافة الجير أمرا ضروريا قبل غرس محاصيل البقليات. ويجب كذلك تزويد التربة بالفوسفور والبوتاسيوم بنسب كافية تستطيع جذور النبات امتصاصها.

تمتد جذور النباتات البقلية في أعماق التربة؛ وتعمل بذلك على تحسين بناء التربة وسحب العناصر الغذائية من طبقات التربة العميقة.

عندما تغرس المحاصيل البقلية لأول مرة في الحقل، أو عندما تزرع بعد غياب لسنين طويلة من الحقل، فإن تلقيح (inoculation) بذور البقليات، (وضع لقاح الأحياء الدقيقة على البذور)، باستعمال أنواع الحي الجذري المناسب، يصبح أمرا ضروريا لتأمين تثبيت كاف للنيتروجين، ونظرا لأن كل نبات يحتاج إلى نوع خاص من بكتيريا الحي الجذري، فإنه يجب طرح السؤال على محطة التجارب المحلية للحصول على المعلومات المفصلة في هذا الشأن. في حالات مثل هذه، فإن التسميد المعتدل بالنيتروجين من شأنه أن يقوي نمو هذه البكتيريا.

بعد حصاد المزروعات أو قطعها، وأكثر من ذلك عندما تستعمل هذه المزروعات كسماد أخضر، أي زراعة خضراء تدفن بدون تفكك في التربة، فإن جزء كبيرا من النيتروجين المثبت يمكث مع كتلة الجذور

المفككة في التربة. وتحت هذه الظروف، ينصح المزارع بكل تأكيد بغرس الزراعة التالية بأسرع ما يمكن، حتى يتسنى لها أن تستغل ما تبقى من النيتروجين الذي أطلق نحو محلول التربة، وبذلك يمكن تجنب غسل النيتروجين نحو المياه الجوفية أو تبخره في الهواء (انظر الفصل ٤ حول كيفية احتفاظ التربة بالعناصر الغذائية وإطلاقها). ويمكن طبعا استعمال محاصيل غير البقليات كسماد أخضر.

إن الزراعات التي تنمو بسرعة حتى في تلك الترب التي تفتقر للعناصر الغذائية، وتكون كتلة من الأوراق الخضراء تنمو فوق سطح التربة، يمكن أن تستعمل كسماد أخضر أو زراعة للتغطية. تختلف الزراعة المستعملة كغطاء عن زراعات السماد الأخضر من حيث أنها لا تطمر بالمحراث في التربة، لكنها تستعمل كفرش غطائي (mulch). وتتناسب زراعات التغطية مع المناطق القليلة الأمطار، نظرا لأن المزروعات التي غرست لهذا الغرض تزود التربة بالمادة العضوية. كذلك يمكن لزراعات التغطية أن تثير اهتمام المزارعين الذين يملكون رقعة أرضية صغيرة.

تصيب جذور أغلب المحاصيل الزراعية كائنات حية في التربة من نوع آخر، تدعى الفطر الجذري (mycorrhyzal fungi).

ويشكل الفطر شبكة من الخيوط على الجذور وبذلك يمدد من مساحة سطح الجذور. تظهر الآثار المفيدة للفطر الجذري بشكل يمكن ملاحظته من خلال قدرة النبات على امتصاص مزيد من العناصر الغذائية، خصوصا الفوسفور، وحماية نفسه من الإصابة بأوبئة أو أمراض من التربة.

هــذا وتستعمـل السراخـس المائــية التي تـدعى أزولا (Azolla Anabaena) والتي تتعايش في الحقول المزروعة بالأرز المغمور بالمياه، في تجمع مع الطحلب الأزرق-الأخضر الذي يثبت النيتروجين، كمصدر فعال للنيتروجين. وبهذا يمكن تحت ظروف ملائمة، توفير ثلث إلى نصف كمية النيتروجين الموصى بها في التسميد بفضل هذا النوع من السماد الأخضر.

درجة تفاعل التربة وإضافة كربونات الكالسيوم (الجير)

تلعب درجة تفاعل التربة دورا هاما في تحديد إنتاجية / خصوبة التربة ونمو النبات. ويعبر عن درجة تفاعل التربة بالاصطلاح pH (الرقم

الهيدروجيني أو الأس الهيدروجيني). فعندما يكون الرقم الهيدروجيني (pH) يساوي ٧ فإن التربة تعتبر متعادلة كيميائيا. ونقص الرقم الهيدروجيني عن ذلك يعني أن التربة حمضية (أي أن نسبة تركيز أيون الهيدروجين (يد) على معقد الامتزاز مرتفعة)، وتكون التربة قلوية إن زاد الرقم الهيدروجيني عن ٧ (أي هيمنة كاتيون الكالسيوم (كا$^{٢+}$) والصوديوم (ص$^{+}$) أو هما معا).

ويتراوح الرقم الهيدروجيني في التربة العادية المنتجة ما بين ٤-٨، وهو من الخصائص المميزة لها. ومراحل تطور التربة هي التي تحدد درجة التفاعل المثلى ولذا لا يجب تغيير الأس الهيدروجيني إلى مدى كبير.

وللمناخ تأثير على درجة تفاعل التربة، ففي المناطق الاستوائية الرطبة، ينخفض الرقم الهيدروجيني في التربة عن ٧، أي أنها تميل إلى الحموضة لما تسببه الأمطار الغزيرة من إزالة الكاتيونات، بينما يزيد الرقم الهيدروجيني في التربة عن ٧، أي أنها تصبح قلوية في المناطق شبه الاستوائية الجافة، نظرا لتجميع العناصر القلوية بها مثل الكالسيوم والصوديوم.

ويمكن تخفيض درجة حموضة التربة وجعلها متعادلة التفاعل بإضافة كربونات الكالسيوم (الجير). ويمكن تقدير الاحتياجات الكلسية للتربة عن طريق اختبارات الرقم الهيدروجيني في التربة. ولمعالجة حموضة التربة يضاف مسحوق الصخر الكلسي أو الحجر الجيري (كا ك أ$_{٣}$) الذي يمتاز بتأثيره الفعال وثمنه البخس. ويستطيع مسحوق صخر الكلس الدولوميتي (كا ك أ$_{٣}$. مغ ك أ$_{٣}$) أن يمد التربة أيضا بعنصر المغنيسيوم والكلسيوم حيثما دعت الحاجة إلى ذلك. و فضلا عن المواد السالفة الذكر، يمكن معالجة حموضة التربة بإضافة المرل (كا ك أ$_{٣}$) (طين غني بكربونات الكالسيوم)، ورماد الخشب ومسحوق العظام (كا$_{٣}$ (فوأ$_{٤}$)$_{٢}$).

كما يفضل استعمال الأسمدة الآزوتية والفوسفاتية المحتوية على عنصر الكالسيوم في التربة الحمضية. وعملية إضافة الجير هذه ذات وجهين، فبينما تؤدي إلى ترسيب الألومنيوم الحر وبالتالي تتحكم في سميته للنبات، نجد أن رفع الرقم الهيدروجيني في التربة إلى ٧ يسبب

نقصا في العناصر الدقيقة (باستثناء الموليبدنيوم، مو) بالتربة الاستوائية. ولهذا كلما أمكن، لا يجب إضافة كربونات الكالسيوم والأسمدة في آن واحد (تلك التي تحتوي على عناصر كبرى أو صغرى)، بل إضافة كل منهما على حدة في فترات متفرقة.

أما التربة القلوية، ذات الرقم الهيدروجيني المرتفع، فينصح تسميدها بأسمدة ذات تأثير حمضي مثل كبريتات الأمونيوم أو كبريتات- نترات الأمونيوم أو اليوريا من أجل تصحيح قلويتها. وأما في التربة الملحية/الصودية أو الصودية، فينصح بإضافة الجبس لها كمحسن لإزالة الصوديوم (ص).

التربة والإدارة الزراعية الجيدة

من أجل إدارة جيدة للتربة، يجب على المزارع أن ينمي خصائص التربة المرغوب فيها باستخدام الأساليب الزراعية الجيدة. يجب أن تكون ممارساته الزراعية سليمة من حيث التقنيات المتبعة، وجذابة اقتصاديا، ولا تشكل خطرا على البيئة، وقابلة للتطبيق عمليا ومقبولة اجتماعيا، وذلك لضمان إنتاج زراعي مرتفع ومستدام. من أهم عناصر الإدارة الزراعية الجيدة ما يلي:

- انتقاء بذور جيدة من أصناف المحاصيل عالية الغلة؛
- اختيار أحسن أوقات وأفضل الطرق لوضع البذرة، والمعدل الأمثل للبذرة وكذلك تحقيق كثافة مثلى للنباتات المزروعة؛
- الانتقاء المناسب للأسمدة، وللجرعة المتوازنة من هذه الأسمدة واختيار الطريقة والوقت المناسب لإضافتها للتربة؛
- العمل على الحفاظ على درجة تفاعل مناسب للتربة (الرقم الهيدروجيني)؛
- اتخاذ التدابير المناسبة لمكافحة الآفات الحشرية والأمراض الممكنة؛
- مقاومة الأعشاب الضارة والتحكم في انجراف التربة؛
- توافر الري والصرف المناسب؛
- تبني الأساليب العملية الملائمة في الإدارة.

٥. التوصيات السمادية لبعض المحاصيل الزراعية المختارة حسب حاجتها

تتفاوت احتياجات مختلف الزراعات من العناصر الغذائية. بالإضافة إلى ذلك، كثيرا ما تعتمد الكمية المطلوبة من هذه العناصر على الغلة التي سبق الحصول عليها (أو التي من المتوقع الحصول عليها). ونورد في الجدول ١ على سبيل المثال كميات العناصر التي تزيلها من التربة بعض أنواع المحاصيل في العالم ، لتنتج غلة متوسطة وأخرى جيدة.

وليس الأمر قاصرا على اختلاف الاحتياجات تبعا لاختلاف المحاصيل واستجابتها للأسمدة فحسب، بل إنها تتفاوت أيضا بالنسبة للمحصول الواحد تبعا لصنفه وسلالته. ويمكن القول عموما أن استجابة الأصناف المحلية للأسمدة أقل من استجابة الأصناف المحسنة. وهذا هو الحال بالنسبة للذرة الهجين مثلا، التي غالبا ما تعطي استجابة عالية للتسميد وتنتج غلة أكثر وفرا من الأصناف المحلية.

ونرى من واقع البيانات الواردة بالجدول رقم ١، أن مثل هذه الأرقام تعتبر مؤشرات أولية جيدة للاحتياجات النسبية للنباتات عند مستوى الغلة المطلوب، إلا أن هناك عوامل أخرى يجب أخذها في الحسبان لتقدير الاحتياجات السمادية الحقيقية، ومن أمثلتها ما تمد الأرض به النبات من عناصر. كما أنه ليس كل ما يضاف من أسمدة يتاح للنبات امتصاصه والاستفادة منه، إذ قد يثبت بعضه أو يزال بالغسيل أو يفقد بطريقة ما. ولهذا فإن كمية ما يتطلبه النبات من العناصر الغذائية يفوق عامة ما تزيله المحاصيل من التربة.

يجد القارئ فيما يلي بعض التوصيات السمادية تبعا لاحتياجات المحاصيل، على أساس ما اكتسبته بعض البلدان المنتقاة من خبرة حظيت بالنشر على الصعيد الدولي[٧].

[٧] أغلب البيانات الواردة هنا مستقاة من دليل الإيفا العالمي في مجال استعمال الأسمدة "IFA World fertilizer Use Manual" باريس سنة ١٩٩٢.

الجدول رقم ١: العناصر المزالة من التربة بحسب المحاصيل[١] بالكيلوغرام في الهكتار

المحصول	الغلة كغ/هكتار	نتروجين (ن)	فوسفور فو٢أ٥	(فو)	بوتاسيوم بو٢أ	(بو)	كا	مغ	كب
الأرز الخام	٣٠٠٠	٥٠	٢٦	١١	٨٠	٦٦	-	-	-
	٦٠٠٠	١٠٠	٥٠	٢٢	١٦٠	١٣٣	١٩	١٢	١٠
القمح	٣٠٠٠	٧٢	٢٧	١٢	٦٥	٥٤	-	-	-
	٥٠٠٠	١٤٠	٦٠	٢٦	١٣٠	١٠٨	٢٤	١٤	٢١
الذرة	٣٠٠٠	٧٢	٣٦	١٦	٥٤	٤٥	-	-	٥
	٦٠٠٠	١٢٠	٥٠	٢٢	١٢٠	١٠٠	٢٤	٢٥	١٥
البطاطس	٢٠٠٠٠	١٤٠	٣٩	١٧	١٩٠	١٥٨	٢	٤	٦
	٤٠٠٠٠	١٧٥	٨٠	٣٥	٣١٠	٢٥٧	-	٢٣	١٦
البطاطا الحلوة	١٥٠٠٠	٧٠	٢٠	٩	١١٠	٩١	-	-	-
	٤٠٠٠٠	١٩٠	٧٥	٣٣	٣٩٠	٣٢٤	٢٨	٩	-
الكسافا	٢٥٠٠٠	١٦١	٣٩	١٧	١٣٦	١١٣	٤٤	١٦	-
	٤٠٠٠٠	٢١٠	٧٠	٣١	٣٥٠	٢٩١	٥٧	-	-
قصب السكر	٥٠٠٠٠	٦٠	٥٠	٢٢	١٥٠	١٢٥	-	-	-
	١٠٠٠٠٠	١١٠	٩٠	٣٩	٣٤٠	٢٨٢	-	٥٠	٣٨
البصل	٣٥٠٠٠	١٢٠	٥٠	٢٢	١٦٠	١٣٣	-	-	٢١
الطماطم	٤٠٠٠٠	١١٠	٣٠	١٣	١٥٠	١٢٥	-	١٧	٥٤
الخيار	٣٥٠٠٠	٦٠	٤٥	٢٠	١٠٠	٨٣	-	٣٦	-
برسيم (حجازي)	٧٠٠٠	٢١٥[٢]	٦٠	٢٦	١٣٠	١٠٨	١٦٤	١٩	١٩
فول الصويا	١٠٠٠	١٦٠[٢]	٣٥	١٥	٨٠	٦٦	-	-	-
	٢٤٠٠	٢٢٤[٢]	٤٤	١٩	٩٧	٨١	-	١٨	-
الفول	٢٤٠٠	١٥٥[٢]	٥٠	٢٢	١٢٠	١٠٠	-	-	-
الفول السوداني	١٥٠٠	١٠٥[٢]	١٥	٧	٤٢	٣٥	١٩	١١	١٣
القطن	١٧٠٠	٧٣	٢٨	١٢	٥٦	٤٦	٦	٤	٥
(بذر+ شعر)	٥٠٠٠	١٨٠	٦٣	٢٧	١٢٦	١٠٥	-	٣٥	٣٠
التبغ (أوراق جافة)	١٧٠٠	٩٠	٢٢	١٠	١٢٩	١٠٧	٤٨	٦	٤

(-) البيانات غير متوفرة

١- العناصر المذكورة هي الموجودة بالمجموع الخضري، وبالجزء المحصود أسفل سطح التربة، حيثما يكون ذلك مناسبا، عند مستويات الغلة المشار إليها. لاحظ أن هذه الكميات ليست معدلات الاحتياجات السمادية.

٢- تستطيع المحاصيل البقلية الحصول على معظم حاجاتها من النيتروجين من الهواء.

الأرز

زراعة الأرز في الأراضي المنخفضة في الفليبين، المعدلات الموصى بها من العناصر الغذائية هي: ٨٠ إلى ١٠٠ كغ للهكتار من النيتروجين (ن)، ٣٠ إلى ٥٠ كغ للهكتار من خامس أكسيد الفوسفور (فو٢أ٥)، و٣٠ كغ للهكتار من أكسيد البوتاسيوم (بو٢أ).

زراعة الأرز ذو الغلة العالية من الصنف المحسن في الأراضي المنخفضة في الهند: ١٢٥ كغ نيتروجين للهكتار، ٣٠ كغ للهكتار من خامس أكسيد الفوسفور، و٥٠ كغ للهكتار من أكسيد البوتاسيوم. يجب إضافة السماد النيتروجيني على مرحلتين أو يفضل على ثلاث مراحل: ثلث كسماد قاعدي، وثلث عند الإشطاء (tillering)، وثلث عند بداية الأزهار "ظهور العنقود الزهري" (Panicle initiation).

القمح

محاصيل القمح المروية في الهند: ٨٠ إلى ١٢٠ كغ للهكتار من النيتروجين (ن) حسب المحصول السابق، ٤٠ إلى ٦٠ كغ للهكتار من خامس أكسيد الفوسفور (فو٢أ٥) ومن أكسيد البوتاسيوم (بو٢أ) تبعا لبيانات اختبار التربة (وإن لم تكن هذه البيانات متاحة يوصى بإضافة ٤٠ كغ للهكتار من بو٢أ). وفي حالة الري المحدود يضاف ٦٠ كغ للهكتار من النيتروجين (ن)، ٣٠ كلغ للهكتار من كل من خامس أكسيد الفوسفور (فو٢أ٥) وأكسيد البوتاسيوم (بو٢أ)، تبعا لبيانات اختبار التربة (وفي حالة عدم وجودها، يوصى بإضافة من ٢٠ إلى ٣٠ كغ للهكتار الواحد من بو٢أ).

يضاف نصف معدل النيتروجين وكامل معدل الفوسفور والبوتاسيوم قبل البذر؛ و يضاف النصف الثاني من النيتروجين نثرا على المحصول عند أول رية.

الذرة

الأصناف الهجين في إندونيسيا: ١٢٠ إلى ١٨٠ كغ للهكتار من النيتروجين (ن)، ٤٥ إلى ٦٠ كغ للهكتار من خامس أكسيد الفوسفور (فو٢أ٥)، و٣٠ إلى ٦٠ كغ للهكتار من أكسيد البوتاسيوم (بو٢أ).

بالنسبة للأصناف المحلية، يضاف ٤٥ إلى ٩٠ كغ للهكتار من النيتروجين (ن)، ٣٠ إلى ٤٥ كغ للهكتار من خامس أكسيد الفوسفور

(فو٢أ٥)، ويضاف أكسيد البوتاسيوم (بو٢أ) إلى حد أقصاه ٣٠ كغ للهكتار. يوصى بإضافة النيتروجين على ثلاث مراحل متفرقة، بينما تكون إضافة كامل معدل الفوسفور والبوتاسيوم عند أول عملية تسميد بالنيتروجين في إبان البذر.

الذرة السكرية والدخن

تحت ظروف رطبة ومعدلات متوسطة من الغلة يوصى بإضافة: ٢٠ إلى ٦٠ كغ للهكتار من النيتروجين (ن)، ٢٠ إلى ٤٠ كغ للهكتار من خامس أكسيد الفوسفور (فو٢أ٥)، و ٣٠ إلى ٥٠ كغ للهكتار من أكسيد البوتاسيوم (بو٢أ). وتحت نظام الري، والغلة المرتفعة، يوصى بإضافة: ٥٠ إلى ١٠٠ كغ للهكتار من النيتروجين (ن)، ٤٠ إلى ٦٠ كغ للهكتار من خامس أكسيد الفوسفور (فو٢أ٥)، و ٥٠ إلى ١٠٠ كغ للهكتار من أكسيد البوتاسيوم (بو٢أ).

يضاف نصف معدل النيتروجين وكامل معدل الفوسفور والبوتاسيوم عند البذر، وتضاف بقية النيتروجين على مرحلة أو مرحلتين متفرقتين، عند بروز البراعم (shooting) وعند بداية الإزهار.

البطاطس

التوصيات المتبعة في كولومبيا: ٨٥ كغ للهكتار من النيتروجين (ن)، ١٧٥ كغ للهكتار من خامس أكسيد الفوسفور (فو٢أ٥)، ٤٠ كغ للهكتار من أكسيد البوتاسيوم (بو٢أ). وفي جمهورية الدومينيكان، تكون التوصيات كما يلي: ٩٥ كغ للهكتار من النيتروجين (ن)، ٩٥ كغ للهكتار من خامس أكسيد الفوسفور (فو٢أ٥)، و ٩٥ كغ للهكتار من أكسيد البوتاسيوم (بو٢أ). أما في موراتيس، فإن هذه التوصيات هي كما يلي: ٧٨ كغ للهكتار من النيتروجين (ن)، ٧٨ كغ للهكتار من خامس أكسيد الفوسفور (فو٢أ٥)، ١٢٠ كغ للهكتار من أكسيد البوتاسيوم (بو٢أ). ويفضل إضافة كميات النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم بكاملها كإضافة جانبية للنباتات النامية (ولكن دون أن تلمس الدرنات) قبل الزراعة.

وفي التربة الخفيفة فقط، تضاف نصف كمية النيتروجين في مرقد البذار والنصف الآخر عند بداية تكون الدرنات. وتبعا لظروف التربة، يستبدل كلوريد البوتاسيوم (مريات) بكبريتات البوتاسيوم أو كبريتات

الكسافا أو المنهوت (Cassava)

التوصيات المعمول بها في تايلاند: ٩٠ كغ للهكتار من النيتروجين (ن)، ٤٥ كغ للهكتار من خامس أكسيد الفوسفور (فو٢أ٥)، و ٩٥ كغ للهكتار من أكسيد البوتاسيوم (بو٢أ). تستخدم هذه العناصر الثلاثة عامة كإضافة تأسيسية جانبية في خطوط قصيرة قريبا من سنادة النبات، وكذلك في شكل نيتروجين وفوسفور، ينثران بعد الزراعة على مرحلة أو مرحلتين متفرقتين، في غضون شهرين أو أربعة أشهر من تاريخ الزراعة.

الفول

يوصى في مصر، بالنسبة للأصناف المحسنة المزروعة في تربة متوسطة إلى ثقيلة، بما يلي: ٣٦ كغ للهكتار من النيتروجين (ن)، ٧٢ كغ للهكتار من خامس أكسيد الفوسفور (فو٢أ٥)، وكميتين تصل كل واحدة منها إلى ٥٧ كغ للهكتار من أكسيد البوتاسيوم (بو٢أ) تضاف نثرا بعد البذار على مرحلتين. يضاف النيتروجين إلى مرقد البذار للمساعدة في الإنبات وتثبيته. وعموما إذا ما تواجدت كائنات حية من نوع (Rhizobium legum-inisarum) في التربة، فلا حاجة للتسميد بالنيتروجين. أما إذا غابت، فيجب تلقيح البذور قبل البذر.

الخيار

توصيات بالنسبة للتربة الرملية في المنطقة الشبه قاحلة في السنغال: زيادة على السماد العضوي، تضاف ١٣٠ كغ للهكتار من النيتروجين (ن)، ٩٥ كغ للهكتار من خامس أكسيد الفوسفور (فو٢أ٥)، و٢٠٠ كغ للهكتار من أكسيد البوتاسيوم (بو٢أ). يضاف ثلث النيتروجين وثلث البوتاسيوم وكامل الفوسفور قبل الزراعة، والثلث الثاني من العنصرين بعد ٣٠ يوم من الزراعة، والثلث الثالث من العنصرين بعد ٥٠ يوم من الزراعة.

البصل

في تربة الأكريسول (acrisols) بنجيريا، يضاف طنان من كا أ (CaO) قبل أسبوعين على الأقل من زراعة الشتلات (transplanting). وفي خلال ٢٠ يوم بعد غرس الشتلات، يضاف ٧٥ كغ للهكتار من النيتروجين (ن)، ٧٠ كغ للهكتار من خامس أكسيد الفوسفور (فو٢أ٥) و١٨٠ كغ للهكتار من

أكسيد البوتاسيوم (بو٢أ). وبعد حوالي ٣٥ يوم من غرس الشتلات، تضاف كمية ٧٥ كغ للهكتار من النيتروجين.

قصب السكر

التوصيات الواردة الخاصة بالمنطقة الشبه الاستوائية في الهند: ١٠٠ إلى ٢٥٠ كغ للهكتار من النيتروجين (ن) (تضاف في ثلاث جرعات متفرقة في السنة بعد الغرس)، ٦٠ كغ للهكتار من خامس أكسيد الفوسفور (فو٢أ٥) (طبقا للاحتياجات)، و٨٠ كغ للهكتار من أكسيد البوتاسيوم (بو٢أ).

الموز

من أجل غلال جيدة في ساحل العاج (تربة حمضية) يوصى علاوة على المعاملة بالجير، إضافة ٣٠٠ إلى ٥٠٠ كغ للهكتار من النيتروجين (ن)، ٣٠ إلى ١٠٠ كغ للهكتار من خامس أكسيد الفوسفور (فو٢أ٥) و٦٠٠ إلى ١٢٠٠ كغ للهكتار من أكسيد البوتاسيوم (بو٢أ). عادة ما تكون الإضافة نثرا باليد على شكل جرعات متفرقة حول الساق المزيف، في داخل دائرة يتراوح قطرها من ١,٠ إلى ١,٥ متر.

القطن

في محافظات دلتا النيل في مصر، زيادة على التسميد العضوي، تنص توصيات التسميد على ما يلي: ١٤٥ إلى ١٨٠ كغ للهكتار من النيتروجين (ن)، ٣٥ إلى ٧٠ كغ للهكتار من خامس أكسيد الفوسفور (فو٢أ٥)، و٥٥ إلى ٦٠ كغ للهكتار من أكسيد البوتاسيوم (بو٢أ) حيثما ظهرت الحاجة إلى البوتاس. يضاف النيتروجين في جرعتين متفرقتين، واحدة عند إبان التخفيف (عملية الخف) بعد شهر من الزراعة، والأخرى في خلال شهر بعد هذه العملية. يضاف الفوسفور والبوتاس قبل الزراعة أو مع نصف كمية النيتروجين أثناء عملية الخف (thinning).

ونظرا لأن نباتات القطن ذات حساسية لحموضة التربة، أصبح من اللازم المعاملة بالجير قبل الزراعة ببضعة شهور (يفضل استعمال مسحوق صخر الكلس الدولوميتي، الذي يزود التربة كذلك بالمغنيسيوم، مغ). للحصول على مزيد من التوصيات فيما يتعلق بطرق التسميد العضوي، يرجى مراجعة الفصل ٩.

تعطي التوصيات الواردة سابقا الدليل على أهمية مراعاة ظروف كل منطقة وتأثيرها في نمو النبات، بمعنى مراعاة نوع التربة، المناخ، هطول الأمطار، الري، أصناف المحاصيل، الخ.. ولمعرفة التوصيات المثلى في مجال التسميد المعدني في دائرتك المحلية، يجب تقديرها بالتعاون مع محطة التجارب المحلية وبالتعاون مع بعض المزارعين الرواد. كيف يمكنك ذلك، هذا ما سيرد شرحه في الفصل ١٠.

٦. أهمية التسميد المتوازن

بما أن النيتروجين يمثل "القوة المحركة لنمو النبات"، فإن كفاءته تظهر بعد زمن قليل من إضافته: تتلون النباتات تدريجيا بلون أخضر غامق وتنمو بقوة وعنفوان. إلا أن إضافة النيتروجين بكمية زائدة في تسميد غير متوازن للحبوب/أرز، قد تؤدي إلى سقوط ورقاد النبات ومزيد من منافسة الأعشاب الضارة والأوبئة التي تصيب النبات، مما ينتج عنه خسارة فادحة في إنتاج الحبوب والأرز الخام (وفي محاصيل أخرى يضر هذا بجودة المحصول، وخصوصا بقابليته للحفظ). زيادة على ذلك، فإن النيتروجين الذي لا تمتصه جذور المحصول المزروع قد يضيع في البيئة.

إذا ما كانت موارد المزارع المالية محدودة أو لا تتيح له تسهيلات في الاقتراض، وإذا كانت طرق تملكه للأرض غير مأمونة، بينما تعرض عليه مثلا اليوريا في السوق بسعر جذاب نسبيا لوحدة النيتروجين، فإن المزارع – الذي يتوقع عائدا مباشرا وبديهيا – سوف لا يزود زراعته إلا بالنيتروجين فقط، ويكون بذلك قد اتخذ قرارا منطقيا على المدى القصير. والحقيقة أن أغلب الارتفاع الحاصل في الاستهلاك العالمي للأسمدة النيتروجينية يعزى إلى استهلاك اليوريا[٨].

---

[٨] خلال الفترة ما بين ١٩٧٣/٧٤ إلى ١٩٩٧/٩٨، زاد استهلاك اليوريا من ٨,٢ مليون طن من النيتروجين إلى ٣٧,٦ مليون طن ن، أي بنسبة ٢٢ إلى ٤٦ في المائة من مجموع النيتروجين المستهلك. ترجع أغلبية الزيادة في الفوسفور المستهلك إلى استهلاك فوسفات ثنائي الأمونيوم، بينما يهيمن كلوريد البوتاسيوم على تجارة البوتاسيوم. هذا التفضيل التي تحظى به الأسمدة البسيطة المركزة جدا، خصوصا في حالة النيتروجين على شكل يوريا، أدى بكثير من الدول النامية إلى استعمال الأسمدة بشكل غير متوازن يميل لصالح النيتروجين، خصوصا في آسيا: تقهقر المعدل العالمي لنسبة استعمال الأسمدة المختلفة من ن:فو٢أ٥:بو٢أ من ١:٠,٦:٠,٥ في سنة ١٩٧٣/٧٤ إلى ١:٠,٤:٠,٣ في سنة ١٩٩٨/٩٩ (المصدر: إيفا، ١٩٩٩).

هذا التفضيل المتحيز للتسميد الغير المتوازن قد يجد ما يبرره في التربة الغنية بالفوسفور والبوتاسيوم وغيرها من العناصر الغذائية الثانوية والعناصر الدقيقة. لكن المحاصيل العالية الغلة تستخرج بدورها من التربة كميات أكبر من العناصر الغذائية الأخرى (خصوصا الفوسفور والبوتاسيوم). وبالتالي فإن زيادة الغلة بفضل إضافة النيتروجين لوحده سيعمل على استنفاذ مخزون الأتربة من العناصر الغذائية الأخرى. تفيد الأبحاث التي أجراها معهد بحوث الأرز الدولي (IRRI) أن نظم زراعة كثيفة متواصلة للأرز تؤدي إلى طلب متزايد على الفوسفور والبوتاسيوم مع مرور الوقت. بينت الأبحاث أن كفاءة سماد النيتروجين تنخفض في غياب الفوسفور والبوتاسيوم، في حين أن إضافة كل العناصر الغذائية مع بعض تعمل على زيادة كفاءة الفوسفور والبوتاسيوم زيادة مطردة، مما يعني تفاعلا متبادلا بين مختلف العناصر الغذائية[٩]. وخلاصة القول، فإن التسميد الغير المتوازن في صالح النيتروجين يساهم لدى جميع الأتربة المستنفذة والتي زرعت بتواصل لفترة طويلة من الزمن، ليس فقط في إهدار لا مناص منه للنيتروجين[١٠]، ولكنه أيضا يصب في عكس اتجاه ما تمليه الإدارة الزراعية الجيدة، ويكون سببا في إهدار العمالة ورأس المال، ويضر بالبيئة، ولا يمكن أن يكون مستداما.

لذلك فإن التسميد المتوازن ضروري من أجل كفاءة مثلى لاستعمال الأسمدة. إن النبات لا يختلف كثيرا عن الإنسان... فنحن نحتاج إلى وجبة غذائية متوازنة ولا يكفي أن نبالغ في أكل نوع واحد من الغذاء. إذا لم نتناول الأطعمة المناسبة في وجبة متوازنة اعتلت أجسامنا، وهذا ما يحدث للنبات بالضبط، مع فارق أساسي واحد وهو أن النبات لا يستطيع الحركة بحثا عن الطعام. لهذا يتعين علينا أن نوفر له بقدر الإمكان الظروف الملائمة لمعيشته في المحيط الضيق الذي ينمو فيه. يجب بذل مجهود من أجل الحفاظ على الأس الهيدروجيني (ph) في المستوى

[٩] س.ك. دي داطا "S.K.De Datta"، "الإنتاج المستديم للأرز وما يفرضه من تحديات ويتيحه من فرص" في "رسالة اللجنة الدولية للأرز، تقدير للتقدم الحاصل والاتجاهات الجديدة في التسعينات، صادرة عن الفاو باللغة الإنجليزية، روما ١٩٩٤.

[١٠] بالإضافة إلى ما تزيله المحاصيل من عناصر غذائية، فإن هذه العناصر تضيع في الغسيل والانجراف والتثبيت الذي تتعرض له التربة. إن ضياع العناصر الغذائية عن طريق انتقاص النترات (denitrification) والتطاير والغسيل الحاصل طبيعيا للتربة، ضياع لا يمكن تفاديه حتى باستخدام أحسن المعاملات الزراعية.

الأفضل عن طريق المعاملة بالجير وإضافة الجبس (في التربة القلوية)، وتزويد التربة بالمادة العضوية، والماء والتسميد المتوازن.

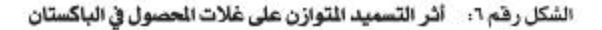
لقد تبين أن العناصر الغذائية الكبرى أو الرئيسية، أو العناصر الثانوية أو الدقيقة التي أكثر ما تفتقدها التربة، تحد من الغلة و/أو تؤثر على جودة المحصول؛ ولا يمكن تعويضها بعناصر غذائية أخرى. لهذا، من أجل تطبيق الإدارة الزراعية الجيدة، فإن التسميد المتوازن يعني بالأساس، إمداد التربة بالنيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم، بقدر يختلف بحسب مخزون التربة وما تمليه متطلبات المحصول المزروع والغلة المنتظرة لهذا المحصول، دون إغفال المغنيسيوم والكبريت والعناصر الدقيقة حيثما ثبت أنها ضرورية وغير متوفرة بالتربة. و يبين الشكل ٦ بوضوح آثار التسميد المتوازن على الإنتاج في الباكستان.

علاوة على ذلك، فإن الاستعمال المتكامل للأسمدة في إطار إدارة زراعية جيدة من شأنه أن يمد النبات بكميات كافية من العناصر الغذائية، في نسب متوازنة، وفي شكل متاح للنبات، في الوقت الذي يحتاجها النبات[١١]. إن أسلم طريق لتحقيق هذه الشروط يمر عبر الاستعمال للأسمدة المعقدة التي تحتوي على العناصر الثلاثة، النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم، في صيغ ورتب مضمونة من حيث احتوائها على كل العناصر الرئيسية في تركيبة كل حبيبة من حبيبات السماد. يسمح هذا النوع من الأسمدة بإضافتها بشكل متجانس في الحقل نظرا لطبيعة حبيباتها من حيث استقرار جودتها ومعيارها وحجم حبيباتها الثابت[١٢].

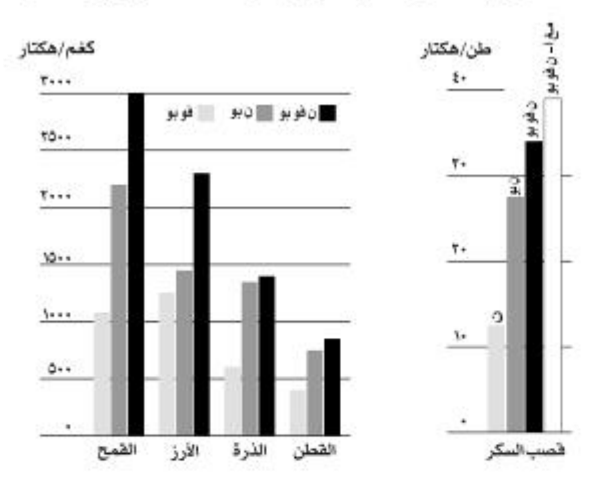
الأسمدة المركبة من العناصر الرئيسية الثلاث (ن، فو، بو) عادة ما تكون ذات سعر مرتفع مقارنة مع الأسمدة المخلوطة الممزوجة. لكن ظروف الحياة العملية داخل المزرعة تعمل على خسارة جزء من غلة المحصول ومن جودته بقدر يفوق بكثير الاقتصاد الحاصل من شراء وإضافة سماد أقل جودة. يجب على المزارع أن يدرك العواقب، لأن أكثر الحجج إقناعا للمزارع في الدول النامية كما هو الشأن في الدول

[١١] سيعتمد هذا أيضا على الكفاءة الاقتصادية في تسويق الأسمدة، ونظم توزيعها ووصولها، بما في ذلك المخازن المتاحة في مختلف المناطق و/أو توفر احتياطي أساسي من الأسمدة لامتصاص الطلب الزائد.

[١٢] تعني الإضافة غير المنتظمة في الحقل فائضا في بعض أطراف الحقل دون غيرها (= تلوث) ونقصا في أطراف أخرى (= نقص في الغلة).



الشكل رقم ٦: أثر التسميد المتوازن على غلات المحصول في الباكستان



ملحوظة: المتوسط العام الحالي للنسبة بين العناصر الغذائية والمستعمل في الباكستان هو ن، فو$_2$أ$_5$، بو$_2$أ بنسبة ١: ٠,٢٦: ٠,٠٢

المصدر: M.J. Bajwa and A. Qidwai, 1986. IFA Regional Agricultural Meeting, New Delhi

المتقدمة، هي تلك الحجج المبنية على العائد الذي يتوصل إليه المزارع من جراء إضافة السماد لمحصوله خلال موسم الاستعمال. وكنتيجة لذلك، فإن التحدي الكبير في أية حملة توعية بمزايا التسميد المتوازن للنباتات، يكمن في توضيح الفوائد الاقتصادية التي يجنيها المزارع من التسميد المتوازن.

٧. الأسمدة، مظهرها، جودتها ووضع العلامة عليها

ما هو السماد؟

يمكن أن يطلق لفظ السماد على كل المواد الطبيعية أو المصنعة المحتوية على ٥ في المائة على الأقل من واحد أو أكثر من العناصر الغذائية الأساسية الثلاثة للنبات (ن، فو$_2$أ$_5$، بو$_2$أ). وتسمى الأسمدة التي تصنع بالمصانع بالأسمدة المعدنية.

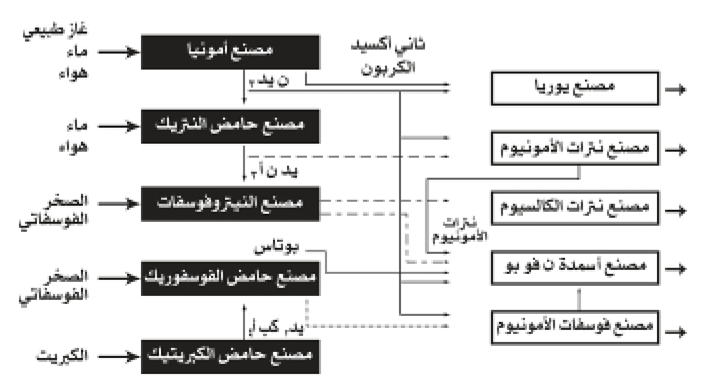
الشكل رقم ٧: **رسم تخطيطي لمسار إنتاج الأسمدة**

الأمونيا تركب من هيدروكربون (غالبا غاز طبيعي وقد يكون أيضا نفط أوفحم)، ونتروجين هوائي وبخار الماء. ولتكوين اليوريا يمكن ضم ثاني أكسيد الكربون الناتج عن هذا التحول مع الأمونيا.

حامض النتريك يصنع من أكسدة الأمونيا بالهواء.

حامض الكبريتيك ينتج من حرق الكبريت في الهواء، حيث يتفاعل مع الصخر الفوسفوري (rock) لإنتاج حامض الفوسفوريك.

ملح البوتاس من الرواسب الطبيعية يمثل مصدر البوتاسيوم (بو).



وتأخذ حبيبات الأسمدة مظاهر وأحجام و أشكال مختلفة تبعا لعمليات تصنيعها، فمنها المحببة والكروية والبلورية، وهناك أيضا أسمدة على شكل مسحوق خشن مدكوك أو ناعم كالغبار. وهي تضاف في معظم الأحيان في صورتها الصلبة ولو أن بعض أنواعها تذاب في الماء أو تظل حبيبات معلقة في السائل (suspension). وهذا النوع السائل يكتسي أهمية في الغالب في أمريكا الشمالية.

علاوة على محتواها الخصوصي من العناصر الغذائية[١٢]، فإن الجودة المادية للأسمدة تتحدد بتفاوت حجم حبيباتها (بعد الغربلة)، وصلابتها أي كثافتها، ومقاومتها للرطوبة والأضرار المادية، وعدم تكتلها – الأسمدة ذات درجة عالية في الجودة تخضع لمعالجة خاصة لسطحها بما يعرف بالتغليف. وتكتسي عملية النقل، والتخزين وطريقة الاستعمال في الحقل، والوزن النوعي أو كثافة السماد، أهمية بالغة. فوحدة وزن سماد اليوريا هي أكبر حجما من وحدة وزن أغلب الأسمدة الأخرى.

ونظرا لبساطة عبوة السماد من وزن ٥٠ كغ ومرونته وسلامته (من عوامل التعرية والفقد والتلف وكذا من الغش) ، تظل هذه التعبئة أهم وسيلة لتوزيع الأسمدة على المزارعين الصغار[١٤].

لقد سنت معظم الحكومات بواسطة وزارة الزراعة أو السلطات الأخرى، قوانين صارمة في شأن الكيس (أو العبوات) التي يوزع فيها السماد المعدني على المزارعين، وفي شأن طريقة وضع المعلومات على الأكياس. يجب أن تدل هذه المعلومات على العنصر الغذائي (عنصر أساسي أو ثانوي أو عنصر دقيق أو كلها معا)، والمحتوى من السماد (وفي أغلب الحالات الصيغة التي يوجد عليها) وإشارة إلى محتويات وتحليل أو تركيبة السماد.

وعادة ما توجد قائمة بالعناصر الغذائية الرئيسية التي يحتويها كل سماد، وتذكر هذه العناصر عموما بنسبها المئوية الموجودة في الأسمدة على التوالي ن-فو$_{٢}$أ$_{٥}$-بو$_{٢}$أ (يضاف أحيانا مغ - كب - العناصر الدقيقة). فمثلا إذا ما احتوى سماد على تركيبة ١٧-١٧-١٧ كان معنى ذلك أن نسبة النيتروجين به ١٧في المائة، ونسبة الفوسفور في صورة (فو$_{٢}$أ$_{٥}$)[١٥] ١٧ في المائة ، والبوتاسيوم في صورة (بو$_{٢}$أ)[١٥] ١٧ في المائة. (تقرأ الأرقام من اليمين إلى اليسار إذا كان التركيب موضحا باللغة العربية، أما إذا كان باللغات الأجنبية فيعكس الترتيب السابق).

تشير علامة السماد كذلك إلى وزن الكيس، وغالبا ما تشير إلى توصيات في شأن المناولة الصحيحة والتخزين السليم، واسم المنتج أو الموزع[١٦]. وتحمل معظم الأسمدة علامة تجارية عادة ما تطبع على الكيس.

ومن معرفة تركيبة السماد أو ورتبته يمكن تحديد نسب العناصر الغذائية به. فمثلا، إذا ما كان هناك كيسين يزن كل منهما ٥٠ كغ، من سماد رتبته ١٧-١٧-١٧، كان معنى ذلك أن محتوى الكيسين هو١٧ كغ من

[١٣] هناك عادة ضمان لمحتوى الأسمدة من العناصر الغذائية. وهناك سماح محدود للحياد عن هذا المحتوى المضمون، نظرا لما ينطوي عليه الإنتاج على نطاق واسع من إمكانية الخطأ عند أخذ العينات.
[١٤] إن تكلفة التعبئة في أكياس وسعر الأكياس يمكن توفيرها عن طريق التوزيع كمادة غير معبأة. غير أن هذا النوع من التوزيع يتطلب حدا أدنى من أطنان السماد، كما يجب إدارة هذا التوزيع بشكل يمكن معه تجنب الضياع الكبير الممكن في النقل والتخزين.
[١٥] لقد جرى العرف على التعبير عن العناصر السمادية للفوسفور (فوسفور أو فوسفات) والبوتاسيوم (بوتاسيوم أو بوتاس) في صورة فو$_{٢}$أ$_{٥}$، بو$_{٢}$أ على الترتيب، وهي، كما هو واضح، أكاسيد لهذه العناصر (أنظر جدول التحويل في الملحق).

ن، و١٧ كغ من فو$_{٢}$أ$_{٥}$، و١٧ كغ من بو$_{٢}$أ. وعلى العكس من رتبة السماد، تشير نسبة العناصر إلى نسبة هذه العناصر إلى بعضها البعض، ففي المثال السابق، تعني رتبة ١٧-١٧-١٧ أن نسبة ن- فو$_{٢}$أ$_{٥}$-بو$_{٢}$أ هي ١:١:١، بينما السماد الذي رتبته ١٢-٢٤-١٢ تكون نسبة العناصر فيه ١:٢:١.

من الأهمية بمكان معرفة تركيبة أو رتبة السماد لحساب الكمية الصحيحة منه والجرعة الصحيحة من العناصر الغذائية التي يجب إضافتها للهكتار. مثلا، يحتاج مزارع إلى ثمانية أكياس من وزن ٥٠ كغ (٤٠٠ كغ) من تركيبة ١٥-١٥-١٥ لإضافة جرعة ٦٠-٦٠-٦٠ للهكتار.

رتب السماد

من الأسمدة ما يحتوي على عنصر غذائي رئيسي واحد وتسمى بالأسمدة المباشرة أو البسيطة، وتلك المحتوية على عنصرين أو ثلاث عناصر رئيسية وتسمى أسمدة متعددة العناصر الغذائية، وتسمى أحيانا بالأسمدة الثنائية أو الثلاثية تبعا لعدد العناصر الرئيسية بها.

الأسمدة البسيطة

ونورد فيما يلي بعض أهم هذه الأسمدة البسيطة التي تتواجد بالأسواق العالمية (وعلى الصعيد الإقليمي كذلك):

اليوريا: تحتوي على ٤٦ في المائة من النيتروجين، يعتبر سماد **اليوريا** المصدر الرئيسي للنيتروجين نظرا لوجوده على شكل مركز جدا ولسعره الجذاب لكل وحدة سمادية من النيتروجين. لكن إضافته للتربة تتطلب معاملات زراعية متميزة لتجنب ضياع الأمونيا أو النشادر عن طريق التبخر في الهواء. يجب إضافة اليوريا فقط عندما يكون بالإمكان إما خلطها بالطبقة السطحية من التربة بشكل متجانس مباشرة بعد نشرها، أو عند توقع هطول المطر على بعد ساعات قليلة من إضافتها[١٦].

كبريتات الأمونيوم (A.S) تحتوي على ٢١ في المائة من النيتروجين (في شكل أمونيا)، وهذا يعني أنه سماد ليس بالتركيز الذي توجد عليه اليوريا. إلا أنه يحتوي علاوة على النيتروجين، على ٢٣ في المائة من

[١٦] في حالة نترات الأمونيوم (٣٣ إلى ٣٤,٥ ٪ من النيتروجين)، يجب الإدلاء كذلك بدرجة احتمال حدوث خطر.

الكبريت، وهو عنصر غذائي تتزايد أهميته مع الزمن. ويفضل استعمال هذا السماد في المحاصيل المروية أو تلك التي تستلزم إضافة الكبريت. و ينطبق نفس الشيء على كبريتات- نترات الأمونيوم (ك ن أ)، وهو سماد يحتوي على ٢٦ في المائة من النيتروجين (حوالي الثلثين على شكل أمونيا والثلث على شكل نترات) و ١٣ إلى ١٥ في المائة من الكبريت.

نترات الأمونيوم الكلسية (CAN) تحتوي بحد أقصى على ٢٧ في المائة من النيتروجين (نصفه في شكل أمونيا والنصف الآخر في شكل نترات النيتروجين)، وهو السماد المفضل في المناطق الشبه القاحلة من الشبه الاستوائية.

السوبر فوسفات الأحادي يحتوي على ١٦ إلى ٢٠ في المائة من فو$_2$أ$_5$ علاوة على ١٢ في المائة من الكبريت وأكثر من ٢٠ في المائة من الكالسيوم (كا أ).

السوبر فوسفات الثلاثي، يحتوي على الفوسفور بتركيز ٤٦ في المائة فو$_2$أ$_5$، لا يحتوي على كبريت ويحتوي على قدر أقل من الكالسيوم مقارنة مع السوبر فوسفات الأحادي. وكلا النوعين من الأسمدة الفوسفاتية يحتوي على فوسفور في شكل قابل للذوبان في الماء ومتاح لامتصاص النبات.

وهناك قسم كبير من الأسمدة الفوسفاتية التي تضاف في شكل أسمدة نيتروفوسفاتية (نيترو، فوسفات الأمونيوم الأحادي (MAP)، وفوسفات الأمونيوم الثنائي (DAP)) وأسمدة مركبة (NPK).

مريات البوتاسيوم أو كلوريد البوتاسيوم يحتوي على ما يقارب ٦٠ في المائة من بو$_2$أ وهو السماد البوتاسي البسيط السائد الذي يستعمل لمعظم المحاصيل. ويستعمل كبريتات البوتاسيوم للمحاصيل ذات

[١٢] اليوريا سماد يحتوي على النيتروجين في شكل مجموعة الأميد، يتحول (أي يتشبع بالماء hydrolysis) بسرعة نسبيا إلى أمونيا أو نشادر وثاني أكسيد الكربون وماء، بفضل نشاط إنزيم اليوريز (urease)، الموجود في كل الترب على السطح.

$$\text{ك أ (ن يد}_2)_2 + \text{يد}_2\text{أ} \xrightarrow{\text{يوريز}} 2\ \text{ن يد}_3 + \text{ك أ}_2$$

وحتى في درجة حرارة منخفضة نسبيا، فإن تحول نيتروجين الأميد هذا إلى نيتروجين الأمونيوم يتم في ظرف يوم إلى ثلاثة أيام، بينما لا تستغرق هذه العملية سوى بضع ساعات في بيئة استوائية أو شبه استوائية. وحيثما لم يتم مزج اليوريا جيدا في التربة، وتركت على سطح التربة، فإن قدرا كبيرا من الأمونيا يضيع بالتبخر، خصوصا في التربة القلوية (تلك التي تحتفظ بأس حمضي عالي). وأينما تم مزج اليوريا، ويكفي مزج سطحي، فإن الأمونيا تجتذب (امتزاز) في شكل ن يد$_4^+$ نحو جزيئات الطين

الحساسية للكلور أو حيثما وجدت الحاجة إلى الكبريت، ويحتوي هذا السماد على ٥٠ في المائة من بو٢أ٥ و ١٨ في المائة من الكبريت. لكن، كما هو الحال بالنسبة للأسمدة الفوسفاتية، فإن أغلب بو٢أ٥ يضاف في شكل أسمد ة مركبة (NPK أو PK).

العناصر الغذائية الثانوية

في الماضي، لم يكن يكتب دائما على أكياس أو عبوات الأسمدة بيانا بمحتواها من العناصر الثانوية، خصوصا الكبريت، إذ كانت تغفل بعض المصانع ذكره. لكن الأمر تغير الآن.

فعلاوة على الأسمدة البسيطة التي تحتوي على العناصر المذكورة سابقا من مغنيسيوم أو كبريت أو كلسيوم، أو كلها مع بعض، يوجد الكبريت في الجبس (بنسبة ١٦ إلى ١٨ في المائة كب). ويحتوي كبريتات البوتاسيوم والمغنيسيوم أو كبريتات البوتاس المغنيسي على كل من الكبريت (١٦ إلى ٢٢ في المائة كب (S)) إلى جانب احتوائهما على المغنيسيوم في شكل سهل الامتصاص (٦ في المائة مغ (Mg)).

الرجاء مراجعة الفصل ٤ حول درجة تفاعل التربة وإضافة كربونات الكالسيوم بالنسبة لاحتياجات الكالسيوم.

الأسمدة متعددة العناصر الغذائية

توجد في الأسواق العالمية الكثير من الأسمدة ذات العناصر الغذائية المتعددة. ويعطي الجدول ٣ أمثلة عن هذه الأسمدة المركبة من عنصرين، النيتروجين والفوسفور أو الفوسفور والبوتاس، أو من العناصر الثلاثة (نيتروجين، فوسفور وبوتاس) ومحتواها من هذه العناصر.

ويمكن إجمال أهم مزايا الأسمدة المتعددة العناصر الغذائية بالنسبة للمزارع فيما يلي:

- سهولة تداولها ونقلها وتخزينها؛
- سهولة إضافتها؛
- احتوائها على نسبة عالية من العناصر المغذية؛
- انتظام توزيعها في الحقل وبالتالي عدالة توزيع العناصرالغذائية للنبات؛

الجدول رقم ٢: بعض الأسمدة المهمة

الاسم التجاري (رمزه الكيميائي)	الرتبة أو التركيب بالنسبة المئوية ن	فو٢أ٥	بو٢أ	مغ	كب
الأسمدة النيتروجينية					
كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2SO_4$	٢١	٠	٠	-	٢٣
نترات الأمونيوم NH_4SO_3	٣٤,٥-٣٣	٠	٠	-	-
نترات الأمونيوم الكلسي $NH_4NO_3+CaCO_3$	٢٦ -٢٠,٥	٠	٠	-	-
يوريا $CO(NH_2)_2$	٤٦-٤٥	٠	٠	-	-
سلفونترات الأمونيوم $NH_4NO_3 \cdot (NH_4)_2SO_4$	٢٦	٠	٠	-	١٥
الأسمدة الفوسفاتية					
السوبر فوسفات الأحادي $Ca(H_2PO_4)_2 + CaSO_4$	٠	٢٠-١٦	٠	-	١٢
السوبر فوسفات الثلاثي أو المركز $Ca(H_2PO_4)_2$	٠	٤٦	٠		-
مسحوق الفوسفات الصخري (الفوسفات المعدني)	٠	٤٠-٢٠	٠	-	-
الأسمدة البوتاسية					
كلوريد البوتاسيوم أو موريات KCl	٠	٠	٦٠	-	-
كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4	٠	٠	٥٠	-	١٨
كبريتات البوتاسيوم والمغنيسيوم $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$	٠	٠	٣٠-٢٦	٧-٥	٢٢-١٦
الأسمدة المغنيسيومية					
كيسيريت $MgSO_4 \cdot 7H_2O$	-	-	-	١٦	٢٢
كيسيريت محروق $MgSO_4 \cdot H_2O$ (Calcined kieserite)	-	-	-	٢٠	٢٧
الأسمدة الكبريتية					
جميع الأسمدة المحتوية على كبريت كأنيون	-	-	-	-	حسب تركيبها
الجبس $CaSO_4 \cdot 2H_2O$	-	-	-	-	١٨-١٦
بعض الأسمدة ذات أهمية إقليمية					
نترات الصوديوم $NaNO_3$	١٦	٠	٠	-	-
فوسفات الكالسيوم الثنائية $Ca(HPO_4)$	٠	٤٢-٣٥	٠	-	-

- التسميد المتوازن، بحيث يصبح النيتروجين والفوسفور والبوتاس معا عناصر ميسرة للنبات منذ البداية وحسب احتياجاته؛ وأخيرا
- ارتفاع كفاءة السماد.

ويمكن على العموم تمييز الفئات التالية من الأسمدة المركبة من عدة عناصر[١٨]:

- أسمدة معقدة: وهي أسمدة تحضر بطرق تدخل فيها تفاعلات كيميائية بين مكوناتها المشتملة على العناصر الغذائية الرئيسية (تحتوي كل حبيبة على العناصر بالنسب المعلنة).
- الأسمدة المركبة: وهي أسمدة بسيطة محببة أو أسمدة وسيطة تحتوي كل من حبيباتها على العناصر الغذائية، لكن بنسبة متفاوتة.
- الأسمدة الممزوجة: وهي أسمدة متعددة العناصر أيضا تحضر بمزج أوخلط أنواع من الأسمدة البسيطة مع بعضها خلطا ميكانيكيا (قد لا يكون الخليط متجانسا إذا لم يتم الخلط بعناية).

الجدول رقم ٢: أمثلة الأسمدة المتعددة العناصر ومحتواها من هذه العناصر

نوع السماد	ن (% N)	فو٢أ٥ (% P_2O_5)	بو٢أ (% K_2O)
أسمدة مركبة من العناصر الثلاثة	٥-٢٦	٥-٣٥	٥-٢٦
فوسفات الأمونيوم الثنائي (DAP)	١٦-١٨	٤٢-٤٨	-
الأمونيوم الأحادي (MAP)	١١	٥٢	-
النيتروفوسفات (NP)	٢٠-٢٦	٦-٣٤	-
أسمدة مركبة (PK) (فوسفوروبوتاسيوم)	-	٦-٣٠	٦-٣٠

من الأسمدة النموذجية المركبة من العناصر الرئيسية الثلاثة (ن، فو، بو) أو عنصري النيتروجين والفوسفور، نذكر ما يلي:

١. أسمدة مركبة من العناصر الثلاث/أسمدة معقدة:

٢٢-٢٢-١١، ١٩-١٩-١٩، ١٧-١٧-١٧، ١٤-٣٥-١٤، ١٤-٢٨-١٤، ١٥-١٥-١٥، ١٣-١٣-٢١، ١٢-٢٤-١٢، ١٢-١٢-١٧، ١١-٢٢-٢٢، ١٠-٢٦-٢٦

[١٨] هذا الجزء مقتبس من "دليل الفاو في الأسمدة وتغذية النبات"، النشرة رقم ٩ (Bulletin 9)، روما، ١٩٨٤.

٢. أسمدة مركبة/معقدة تحتوي على عنصري النيتروجين والفوسفور:
٢٨-٢٨-٠، ٢٦-١٤-٠، ٢٤-٢٤-٠، ٢٣-٢٣-٠، ٢٠-٢٠-٠، ١٨-٤٦-٠، ١٦-٢٠-٠

وبالإضافة إلى العناصر الرئيسية الثلاث (النيتروجين، الفوسفور، البوتاسيوم)، هناك بعض رتب الأسمدة التي تحتوي على عناصر ثانوية مثل المغنيسيوم والكبريت والكالسيوم. وبعضها يحتوي على العناصر الدقيقة، كالحديد والنحاس والزنك والمنغنيز والبور ون و والموليبدنيوم. وتهيئ هذه الأنواع من الأسمدة فرصة للمزارع لإضافة جميع العناصر الغذائية التي يحتاجها النبات في سماد واحد.

أسمدة العناصر الدقيقة

يحتاج التسميد بالعناصر الدقيقة إلى انتباه وعناية خاصة، إذ أن الفرق بين الكمية التي يمكن اعتبارها زائدة عن حاجة النبات وتلك التي لا تفي باحتياجاته هو فرق ضئيل.

و يكفي القدر اليسير من هذه الأسمدة لسد حاجة النبات، أما الإسراف في إضافتها قد يضر (في حالة البورون مثلا) بالمحصول أو بالمحصول التالي. ويمكن تحضير أنواع خاصة من الأسمدة الممزوجة لتحتوي على العناصر الدقيقة بجانب النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم، وإضافتها للتربة وللمحاصيل التي تعاني من نقصها.

يتسبب الرقم الهيدروجيني المنخفض أكثر مما يجب (تربة حمضية acid soil) في نقص العناصر الدقيقة في كثير من الحالات، أو غالبا ما يحدث هذا النقص من جراء ارتفاع زائد في الأس الهيدروجيني (كما هو الحال في التربة المعتدلة أو التربة القلوية)، وبالتالي فإن تغيير الأس الهيدروجيني يجعل العناصر الغذائية متاحة وميسرة لامتصاص النبات.

نظرا لأهمية العناصر الدقيقة للنبات ولصعوبة تحديد أعراض نقصها لغير المتخصصين، يجب الاتصال بالمتخصص في الأسمدة بأقرب محطة للبحوث الزراعية للاستشارة.

ومن أجل استعمال هذه الأسمدة بدقة وكفاءة عالية، عادة ما تضاف برش النباتات أو معاملة بذورها بالعناصر الدقيقة (في صيغة بودرة أو

سائل) لمعالجة نقصها. وفي الجدول رقم ٤، هناك بيان بأمثلة لأسمدة العناصر الدقيقة.

وتوجد بالأسواق مركبات عضوية معقدة تشتمل على الحديد والزنك والمنغنيز والنحاس في صورة مواد مقيدة ([١٩]chelates) وتستخدم لزيادة كفاءة العناصر الغذائية الدقيقة بشكل ملموس، خصوصا كفاءة الحديد الذي قلما يمتصه النبات في شكل غير مقيد.

الأسمدة البطيئة الإطلاق/ مثبطات النترجة و اليورييز (Nitrification and urease inhhibitor)

إن الأسمدة البطيئة الإطلاق أو تلك التي يمكن ضبط إطلاقها[٢٠] تحتوي على عنصر غذائي (عادة النيتروجين) في صورة تؤخر من إتاحته لامتصاص النبات له بعد إضافته، لفترة تطول عن تلك التي يستغرقها امتصاص هذا العنصر في سماد عادي. وهذا التأثير يتأتى إما بتغليف الأسمدة العادية (النيتروجينية أو التي تحتوي على العناصر الرئيسية الثلاثة) بالكبريت أو بمادة بولمر نصف مسامية (semipermeable polymer) أو بمركبات كيماوية نيتروجينية خاصة أو بصيغ كيميائية مركبة خاصة للنيتروجين. ونظرا لأن إطلاق النيتروجين من سماد بطيء

الجدول رقم ٤: بعض أسمدة العناصر الدقيقة ذات الأهمية

اسم المركب المحتوي على العنصر	الرمز الكيميائي	العنصر الدقيق
كبريتات الحديدوز	$FeSO_4 7H_2O$	حديد (ح) Fe
كبريتات النحاس	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	نحاس (نح) Cu
كبريتات الزنك	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	زنك (خ) Zn
كبريتات المنجنيز	$MnSO_4 7H_2O$	منغنيز (من) Mn
بوراكس	$Na_2B_4O_7 10H_2O$	بورون (ب) B
موليبدات الصوديوم	$Na_2MoO_4 10H_2O$	موليبدنيوم (مو) Mo

[١٩] تشكل العناصر المقيدة جزيئات عضوية مركبة تحمي العناصر الغذائية الدقيقة من التثبيت وتيسر امتصاصها من قبل النبات.

[٢٠] ليس هناك من تمييز رسمي بين الأسمدة البطيئة الإطلاق (slow release) أو المضبوطة الإطلاق controlled-release. غير أن المواد النيتروجينية التي تتحلل بيولوجيا بفعل الأحياء الدقيقة، مثل فورمالد هايد اليوريا (urea-formaldehyde)، تدعى أسمدة بطيئة الإطلاق، بينما تدعى المواد المغلفة (coated) أو في كبسولات أسمدة مضبوطة الإطلاق.

الإطلاق أو سماد مضبوط الإطلاق يعتمد بصفة عامة أيضا على درجة حرارة التربة ورطوبتها، فإن إتاحة النيتروجين لامتصاص النبات تكون تبعا لنمو النبات.

من أهم مزايا هذا النوع من السماد الاقتصاد في العمالة (بدل إضافة السماد في عدة جرعات عدة مرات تكفي إضافته مرة واحدة طيلة فترة نمو النبات)، التقليل من سميته للنبيتة (seedling) حتى عند إضافة جرعات كبيرة منه، واقتصاد مادة السماد بفضل كفاءة جيدة للنيتروجين (مع اقتصاد ١٥ إلى ٢٠ في المائة من النيتروجين المضاف، لتحقيق نفس الغلة التي يمكن تحقيقها بإضافة الأسمدة النيتروجينية الرائجة).

بالرغم من ثبوت هذه الفوائد في زراعة الأرز، من عوائق استعمال هذا السماد تكلفته المرتفعة جدا بالمقارنة مع الأسمدة المستعملة عامة في الزراعة. وبالتالي، أصبحت هذه الأسمدة البطيئة الإطلاق محصورة الاستعمال عمليا في المحاصيل عالية القيمة، مثل الخضر.

مثبطات النترجة واليورييز تعتبر أكثر جدوى اقتصاديا من حيث استعمالها في الزراعة العامة. كما أن مركبات مثبطات النترجة عندما تضاف إلى الأسمدة النيتروجينية التي تحتوي على نيتروجين في شكل أمونيا، تؤخر من تحول أيونات الأمونيوم ن يد$_{٤}^{+}$ المقيدة بمعقد الامتزاز، إلى نتريت ثم إلى نترات ن أ$_{٣}^{-}$ بفعل نشاط بكتريا التربة، وبالتالي الحيلولة دون غسيل النترات التي لا يمتصها المحصول مباشرة.

تحد مثبطات اليورييز من تحول نيتروجين الأميد (amide) الموجود في اليوريا إلى أمونيوم، وتؤخره بحوالي ١٠ إلى ١٢ يوما؛ وتخفض بذلك أو توقف ضياع الأمونيا بالتبخر في الهواء حينما يظل الطقس جافا أو حينما يتعذر مزج اليوريا بالتربة مباشرة بعد إضافتها.

تخلط تماما كلا المثبطات للنترجة واليورييز بالأسمدة النيتروجينية قبل نشرها، وتنشر حينئذ مع الأسمدة في الخليط. وحسب محتوى الأسمدة النيتروجينية من نيتروجين الأمونيوم أو الأميد، فإن الجرعة المضافة تعادل بضعة كيلو غرامات أو لترات في الهكتار الواحد.

يفيد استعمال مثبطات النترجة أو اليورييز في تحقيق غلال أعلى أو يسمح بالحفاظ على نفس المستوى من الغلال مع التقليل من جرعات

النيتروجين (بالمقارنة مع الأسمدة النيتروجينية التي لم تضف إليها مثبطات النترجة واليوريز) نظرا لتقليل فاقد النترات أو الأمونيوم.

٨. تقدير المعدلات السمادية

يتوقف معدل السماد، أي الكمية المضافة منه للهكتار، على كمية العنصر المطلوب إضافته ونوع ورتبة السماد المتوافر. وعادة ما تسلم الأسمدة في أكياس من ٥٠ كغ. إذن، يجب على المزارع أن يعرف كمية العناصر الغذائية التي يحتويها كيس من وزن ٥٠ كغ. وأسهل طريقة لحساب وزن العناصر الغذائية في كيس من ٥٠ كغ هي أن يقسم الرقم المكتوب على الكيس على ٢.

مثال: كم عدد أكياس كبريتات الأمونيوم 'AS'التي تحتوي على ٢١ في المائة ن و٢٤ في المائة كب) التي نحتاجها لإمداد المحصول ب٦٠ كغ من النيتروجين في الهكتار؟ إذا ما قسمنا ٢١ على ٢ نحصل على ١٠.٥. نحتاج إذن إلى حوالي ستة أكياس من كبريتات الأمونيوم لإمداد النبات ب ٦٠ كغ للهكتار (أو أكثر قليلا) من النيتروجين. علاوة على ذلك، فإن ستة أكياس من كبريتات الأمونيوم ستمد المحصول ب ٧٢ كغ للهكتار من الكبريت. إذا كانت مساحة الحقل لا تزيد عن ٥٠٠ متر مربع، فإن كمية السماد المضافة سوف لا تزيد عن جزء من عشرين من تلك الكمية التي تضاف للهكتار: هكتار واحد = ١٠٠٠٠ متر مربع، مقسومة على ٥٠٠ متر مربع = ٢٠، بمعنى أن مساحة ٥٠٠ متر مربع تتطلب إضافة ٣٠٠/٢٠=١٥ كغ من كبريتات الأمونيوم من أجل الحصول على معدل السماد الذي يوازي ٦٠ كغ للهكتار من النيتروجين.

نفترض أن التوصيات تملي إضافة ٦٠-٦٠-٦٠، أي ٦٠ كغ من كل من العناصر الرئيسية الثلاثة، فإن الأفضل للمزارع لتطبيق التوصيات أن يشتري سمادا متعدد العناصر، من رتبة ١٥-١٥- ١٥. يحتوي كيس من ٥٠ كغ من هذا السماد على ٧,٥-٧,٥-٧,٥. إذا ما قسمنا ٦٠ على ٧,٥ فهذا يعطينا ٨. إذن، نحتاج إلى ثمانية أكياس من ١٥-١٥-١٥ لتطبيق التوصية التي تنص على إضافة ٦٠ كغ للهكتار من ن، ٦٠ كغ للهكتار من فو$_2$أ$_5$، و٦٠ كغ للهكتار من بو$_2$أ.

وإذا كانت التوصية تنص على ٦٠-٣٠-٣٠ للهكتار، فإن الثمانية أكياس التي يفترض أن يضيفها المزارع من رتبة ١٥-١٥-١٥ ستضاعف من كمية الفوسفور والبوتاسيوم التي يحتاجها النبات. في هذه الحالة، يجب عليه إضافة أربعة أكياس فقط من وزن ٥٠ كغ للهكتار، معطيا بذلك نصف جرعة النيتروجين التي نصت عليها التوصية وكامل جرعة الفوسفور والبوتاسيوم كتسميد تأسيس (basal dressing). أما بقية جرعة النيتروجين، فيمكن إضافتها نثرا بعد الزراعة (top dressing) في دفعة أو دفعتين، حسب ما تمليه المعاملات الزراعية الجيدة.

ويصبح الوضع أكثر تعقيدا عندما نريد تطبيق توصية تنص على إضافة ٦٠ كغ للهكتار من ن، ٣٠ كغ للهكتار من فو$_2$أ$_5$، و٥٠ كغ للهكتار من بو$_2$أ، مع العلم أنه لا يوجد في السوق أي رتبة من السماد تحتوي على العناصر الثلاثة بنسبة ٢:١: ١,٧ (أو١:١: ١,٧ زائد سماد النيتروجين البسيط). في هذه الحالة، توجد أمام المزارع ثلاثة اختيارات:

١. يمكنه أن يجمع بين رتب من الأسمدة المتعددة العناصر المتوفرة والأسمدة البسيطة (النيتروجينية على الخصوص)، بتقسيم جرعة النيتروجين الموصى بها.

٢. يمكنه أن يضع خطة لاستعمال السماد من أجل تغطية كل الحاجة إليه طيلة الدورة الزراعية، بإضافة النيتروجين كل سنة بالمعدل الموصى به بالضبط لكل محصول على حدة، بينما يضاف الفوسفور والبوتاسيوم مرة واحدة خلال الدورة بصرف النظر عن حاجة كل محصول بمفرده. إنما يجب أن تفي الكمية المضافة من فو$_2$أ$_5$، و بو$_2$أ بالقدر الموصى بإضافته لمجموع المحاصيل في الدورة الزراعية.

٣. يمكنه إضافة الأسمدة البسيطة على انفراد، أو أنه يستطيع خلط الأسمدة البسيطة لتحضير خليطه من السماد المتعدد العناصر أو مزج هذه الأسمدة البسيطة مع بعضها البعض للحصول على مزيج تبعا لنسب العناصر الضروري والمحدد.

إذا كان المرغوب فيه هو تحضير مخلوط من الأسمدة برتبة ٦٠-٣٠-٥٠، فيمكن أن يكون هذا المخلوط من كبريتات الأمونيوم (٢١ في المائة ن) كلما كانت الحاجة ماسة إلى الكبريت، أومن اليوريا (٤٥ في

المائة ن)، أو من السوبر فوسفات الثلاثي (٤٦ في المائة فو$_{٢}$أ$_{٥}$)، أو من فوسفات الأمونيوم الثنائي (١٨ في المائة ن، و٤٦ في المائة فو$_{٢}$أ$_{٥}$) و كلوريد البوتاسيوم (٦٠في المائة بو$_{٢}$أ).

للحصول على المخلوط أو المزيج المطلوب نحتاج إلى الكميات التالية من مواد الأسمدة الموضحة:

اليوريا: ٦٠ كغ للهكتار × ١٠٠/٤٥ = ١٣٣ كغ/هكتار[٢١]

السوبر فوسفات الثلاثي: ٣٠ كغ للهكتار × ١٠٠/٤٦ = ٦٥ كغ للهكتار[٢١]

كلوريد البوتاسيوم: ٥٠ كغ للهكتار × ١٠٠/٦٠ = ٨٣ كغ للهكتار[٢١]

ويجب نشر المخلوط الناتج من اليوريا، والسوبر فوسفات الثلاثي وكلوريد البوتاسيوم في الحقل، في أقرب وقت بعد الخلط.

عندما يستعمل كبريتات الأمونيوم بدلا من اليوريا، فإن المزارع يحتاج إلى الكميات التالية من كبريتات الأمونيوم:

كبريتات الأمونيوم: ٦٠ كغ للهكتار × ١٠٠/٢١ = ٢٨٦ كغ للهكتار[٢١]

بالإضافة إلى ٦٠ كغ ن، ٣٠ كغ فو$_{٢}$أ$_{٥}$ و٥٠ كغ بو$_{٢}$ أ، فإن هذا المزيج سيحتوي أيضا على ٦٩ كغ للهكتار من الكبريت.

إذا ما استعمل فوسفات الأمونيوم الثنائي بدل السوبر فوسفات الثلاثي، فإن الكمية المطلوبة يجب أن تحسب بناء على المعدل الموصى به من سماد الفوسفات:

فوسفات الأمونيوم الثنائي: ٣٠ كغ للهكتار×١٠٠/٤٦=٦٥ كغ للهكتار[٢١]

سيمد هذا المخلوط المحصول أيضا ب ١٢ كغ للهكتار من النيتروجين. أما البقية التي تعادل ٤٨ كغ للهكتار من النيتروجين، فيمكن دمجها في الخليط أو إضافتها مباشرة على دفعة أو دفعتين في شكل سماد نيتروجيني بسيط.

وعموما ليس كل الأسمدة يمكن خلطها أو مزجها مع بعض. يراعى عند القيام بمزج الأسمدة مع بعضها البعض للحصول على مزيج ذي رتبة

[٢١] أرقام مقربة إلى الرقم الصحيح الأقل أو الأكثر.

معينة، أن تكون هذه الأسمدة ملائمة لبعضها البعض، كيميائيا وفيزيائيا.

يجب أن تكون متلائمة كيميائيا لتفادي التصاقها مع بعض وتكوينها كتل كبيرة وتحجرها بسبب موادها المتميعة (أي التي تمتص الرطوبة) ولتجنب ضياع غاز الأمونيا في الهواء. عندما تخلط أسمدة تحتوي على أمونيا مع خبث المعادن، أو مع الصخر الفوسفاتي أو الجير، يضيع الفاقد من الأمونيا في الهواء بسبب التبخر.

وبنفس المنطق، لا يمكن خلط الأسمدة الفوسفاتية القابلة للذوبان في الماء (مثل السوبر فوسفات الأحادي، السوبر فوسفات الثلاثي وفوسفات الأمونيوم والنيتروفوسفات) مع الأسمدة المحتوية على الكالسيوم (نترات الكالسيوم مثلا)، إذ سيتحول جزء من الفوسفات الذائب إلى صورة غير ذائبة بفعل الكالسيوم.

كذلك يجب تجنب تحضير مخلوط من اليوريا والسوبر فوسفات أو فوسفات الأمونيوم مع السوبر فوسفات.

ولتفادي الميوعة الزائدة (hygroscopicity)، يراعى دائما، كقاعدة عامة، أن ينثر المخلوط أو المزيج من الأسمدة في الحقل بفترة أقصر ما يمكن بعد الخلط.

يراعى كذلك عند اختيار الأسمدة التي ستخلط، أن تكون ملائمة فيزيائيا لبعضها البعض، أي أن لا تحضر مخاليط الأسمدة إلا إذا كانت محببة ومتجانسة الأحجام ومتشابهة قدر الإمكان من حيث كثافتها لتجنب انعزالها أثناء المناولة والتخزين والنثر. وهذا أمر في بالغ الأهمية عند نثر السماد آليا واستعمال معدات نثر ذات قوة مركزية دافعة. لكن يمكن أن يحدث انعزال السماد أيضا عند نثره يدويا.

ولتفادي الأخطاء في الخلط عند تحضير المخلوط المطلوب في المزرعة، يستطيع المزارع أن يستفيد مما يقدمه البائع للسماد بالتجزئة في الإقليم من خدمات الخلط بفضل وحدة صناعية لخلط الأسمدة (الاستثمار في معدات للخلط أو المزج في أحجام كبيرة" (bulk) لا يكلف كثيرا عادة).

يستطيع البائع بالتجزئة أن يحضر مزيجا من الأسمدة يحتوي على نسب متفاوتة من العناصر الغذائية حسب ما تمليه حاجة المزارع وتربته

" الأسمدة الممزوجة في أحجام كبيرة (bulk blending) أسمدة متعددة العناصر تحضر بمزج أو خلط أنواع من الأسمدة البسيطة الجافة المحببة مع بعضها بدون حدوث تفاعل كيماوي، وذلك بفترة قصيرة

ومحصوله. فهو يعرف أنواع الأسمدة القابلة للخلط مع بعضها البعض، وتلك التي لا يمكن خلطها، وحيث أن المزارع لا يستطيع في كثير من الأحيان التحقق من محتوى العناصر الغذائية وجودتها، خصوصا عندما يتعلق الأمر بخليط أو مزيج من الأسمدة، لذا يجب أن يكون البائع جديرا بالثقة ويمكن أن يعول عليه.

٩. كيفية إضافة الأسمدة

تعد طريقة إضافة الأسمدة (سواء الأسمدة العضوية من روث الحيوانات أو الأسمدة المعدنية) عنصرا أساسيا في الإدارة الزراعية السليمة. وتعتمد الكمية التي يمتصها النبات من العناصر الغذائية وتوقيت هذا الامتصاص على عدة عوامل متباينة منها صنف المحصول، وتاريخ الزراعة، والدورة الزراعية المتبعة، وظروف التربة وأنواء الطقس. لهذا تقتضي الإدارة الزراعية الجيدة أن يختار المزارع التوقيت وكمية الأسمدة بشكل يسمح للنبات باستعمال أكبر قدر ممكن من العناصر الغذائية. ولكي يستفيد المحصول من هذه العناصر بكفاءة مثلى دون أن يترتب على ذلك خطر تلوث البيئة، يجب على المزارع أن يضيف عمليا هذه العناصر الغذائية في وقت أقرب ما يكون من الوقت الذي يحتاجها فيه المحصول المزروع. يكتسي هذا الأمر أهمية خاصة بالنسبة للعناصر المتحركة مثل النيتروجين، إذ من السهل أن تغسل من مقطع التربة إذا لم تمتصها جذور النبات.

في حالة إضافة اليوريا وفوسفات الأمونيوم الثنائي، يفقد جزء من السماد بخروج غازات الأمونيا إلى الهواء. ولهذا يجب خلط هذين السماد ين بالتربة عند الحرث، مباشرة بعد إضافتهما، بشكل متجانس قدر الإمكان إلى عمق محدد. إذا لم يكن هناك أمطار أو ري للمحصول يغسل النيتروجين في داخل التربة. وهذا أمر بالغ الأهمية بالنسبة للتربة القلوية (الجيرية).

يجب خلط جميع العناصر الغذائية الرئيسية والثانوية بالتربة مباشرة بعد إضافتها في تلك المناطق التي يتوقع أن تهطل فيها الأمطار بغزارة لتفادي الفاقد بسبب انجراف التربة و جريان المياه.

عندما تنثر الأسمدة يدويا، يجب اتخاذ الكثير من الحيطة والحذر

حتى يتم توزيع العناصر الغذائية توزيعا متجانسا على سطح التربة بالمعدل الصحيح. وعند نثر الأسمدة آليا، يجب ضبط المعدات لتأمين توزيع متجانس بمعدلات سليمة. وتجب صيانة هذه المعدات بشكل جيد.

الإضافة نثرا قبل الزراعة

تضاف الأسمدة نثرا (إلى سطح التربة في الحقل) غالبا في زراعة المحاصيل الكثيفة (مثل زراعة الحبوب الصغيرة) والمراعي البرية. لكنها لا تضاف نثرا إلى المحاصيل المزروعة على خطوط أو شرائط كثيفة.

تضاف الأسمدة أيضا نثرا عندما يلزم خلطها بالتربة عند الحرث لتزداد فعالية (كما هو الحال عند إضافة الأسمدة الفوسفاتية)، أو لتفادي فقد الأمونيا كغاز (كما هو الحال عند إضافة اليوريا وفوسفات الأمونيوم الثنائي). ويحبذ تقليب (incorporation) الأسمدة بالحرث لرفع مستوى الخصوبة في الطبقة المحروثة (plough layer) من التربة. ومهما كان نثر الأسمدة يدويا أو آليا، يجب توزيعها توزيعا متجانسا ما أمكن على سطح التربة.

الإضافة في خطوط أو شرائط عند الزراعة

عندما توضع الأسمدة في أماكن مختارة من الحقل، فإن السماد يتركز في أجزاء محددة من التربة وقت الزراعة، ويكون بذلك موقع التركيز في خطوط أو شرائط (bands or strips) تحت سطح التربة أو بجانب البذور وأسفلها. وتتم هذه الإضافة إما يدويا أو آليا بواسطة معدات خاصة بالبذر أو بالتسميد أو بهما معا (معدات البذر والتسميد). وتفضل هذه الطريقة التي تحقق غرضين في خطوة واحدة (وضع البذور والتسميد)، في زراعة المحاصيل في خطوط مع فاصل كبير بين الخطوط (كما هو الشأن في زراعة محصول الذرة، والقطن، وقصب السكر)؛ أو عند الزراعة في تربة تميل إلى تثبيت الفوسفات والبوتاسيوم؛ أو حيثما تستعمل كميات صغيرة من السماد في تربة تفتقر للخصوبة.

وأينما تمت زراعة وغرس المحاصيل يدويا في أكوام (في شكل جماعي)، ينصح بإضافة الكمية الموصى بها من الغرامات من السماد (بكمية يستحسن أن تقاس خارجيا بوعاء ملائم)، على طول خط الزراعة أو في جور (حفر) بالقرب من البذور أو تحتها ثم تغطى بالتربة.

ويحذر إضافة الأسمدة قريبا جدا من البذور أو البادرات (-ing plant germinat) لتفادي السمية، أي الضرر الحاصل من زيادة تركيز الأملاح موضعيا (احتراق الجذور).

الإضافة نثرا بعد الزراعة (top-dressing)

وهي إضافة الأسمدة نثرا بعد أن يصل النبات إلى مرحلة الاستقامة من نموه وتناسب هذه الطريقة محاصيل الحبوب الصغيرة والكبيرة ومحاصيل الأعلاف.

وعادة ما تستخدم هذه الطريقة لإضافة الأسمدة النيتروجينية إلى التربة والمحاصيل التي قد يفقد فيها النيتروجين بالغسيل لو أضيفت الكمية المطلوبة منه كلها عند البذر، أو في حالة المحاصيل التي ثبت أنها في حاجة خاصة إلى النيتروجين في مراحل معينة من نموها. ينتقل أيون النترات المتحرك إلى أسفل التربة ومن هناك يمكن لجذور النبات امتصاصه.

أما بالنسبة لعنصر البوتاسيوم، فهو أقل حركة في التربة من النيتروجين، ولذا قد يستحسن في بعض الأحيان إضافته نثرا بعد الزراعة في التربة الخفيفة، أي إضافة الكمية بكاملها على دفعتين، سماد التأسيس وسماد النثر بعد الزراعة.

أما بالنسبة لعنصر الفوسفور، فهو يكاد لا يتحرك في التربة بالمرة. ولذا يضاف عادة قبل أو عند الزراعة أو الغرس (تسميد التأسيس) (-ion basal applicat)، ويفضل أن يكون بصحبة البوتاسيوم وجزء من النيتروجين. أما بقية النيتروجين فتجب إضافتها نثرا على دفعات أو دفعة واحدة بعد الزراعة.

الإضافة الجانبية للنباتات النامية

في الإضافة الجانبية (side-dressing)، يضاف السماد إلى جانب الخط بالنسبة للمحاصيل المزروعة على خطوط تفصلها مسافة عن بعضها البعض، كالذرة والقطن وقصب السكر مثلا. تطبق الإضافة الجانبية كذلك بالنسبة للأشجار والنباتات المعمرة.

التسميد الورقي

يشكل التسميد بالرش على أوراق النبات أنجع طريقة لإمداد النبات بالعناصر الدقيقة أو ما يدعى بالعناصر الصغرى (ولكن كذلك إمداده بالنيتروجين والعناصر الرئيسية الثلاث، ن، فو، بو، عند الشدة (stress) التي يحتاجها النبات بكميات صغيرة، والتي قد تصبح غير متاحة لامتصاص النبات إن هي أضيفت إلى التربة. ولتقليل الخطورة من احتمال احتراق الأوراق، يجب الالتزام بالتركيز المنصوص عليه ويفضل الرش في الأيام التي بها غمام وفي الصباح الباكر أو في المساء (حتى لا تجف القطرات مباشرة بعد رشها).

١٠. كيفية تقدير الاحتياجات السمادية

لتحديد الاحتياجات السمادية للمحاصيل النامية وأنواع التربة بمنطقتك، عليك معرفة الإجابة على ما يلي:

١. ما هي العناصر الواجب توافرها بالسماد؟

٢. ما هي الكمية اللازمة من كل عنصر للحصول على أعلى عائد اقتصادي (غلة مثلى)؟

وتوجد عدة طرق للإجابة على هذين السؤالين. في الفصل ٧ حول "توصيات التسميد لبعض المحاصيل المختارة" سبقت الإشارة إلى الأرقام الدالة على العناصر المزالة من التربة بحسب المحاصيل كمؤشرات أولية جيدة. هناك عدة طرق أخرى سنردها ونناقشها فيما يلي:

١. ملاحظة أعراض نقص التغذية على النبات نفسه (أعراض النقص).

٢. القيام بتحليل التربة واختبارها لتقدير نقص العناصر بها، وبالتالي تقدير كمية الأسمدة اللازمة لتعويض هذا النقص.

٣. تحليل أنسجة النبات نفسه في الحقل، والاسترشاد بذلك في تقدير احتياجاته.

٤. إجراء تجارب حقلية.

أعراض نقص العناصر الغذائية في النبات

إذا لم يحصل النبات على غذائه بالقدر الكافي ظهرت أعراض النقص على مظهره العام وكذا على لونه. فالنباتات التي تعاني نقصا في التغذية عادة ما تكون ضعيفة النمو، وأوراقها ذات لون أخضر شاحب، أو تميل إلى اللون الأزرق على أخضر غامق، تصحبه بقع صفراء أو حمراء وقد تكون هذه البقع على شكل شرائط متعاقبة. أما الغلة فتكون منخفضة وأحيانا لدرجة شديدة.

ويمكن اكتشاف أعراض نقص بعض العناصر بسهولة، إلا أن البعض الآخر يصعب اكتشافه، إذ قد تكون أعراض نقص عنصر مطابقة لأعراض نقص عنصر آخر، أوقد تطغى أو تحجب أعراض نقص عنصر ما أعراض نقص عنصر آخر. وتتأثر أعراض النقص علاوة على ذلك بالعوامل الجوية وتقلباتها (التقلب بين الرطوبة والجفاف)، فقد تظهر أو تختفي تبعا لتغير العوامل الجوية.

وقد يكون نقصا كامنا غير مرئي بعد (النقص المختفي) ويؤثر سلبا في نمو النبات. كما يجب الحرص على عدم الخلط بين أعراض نقص التغذية والأعراض التي تسببها الأمراض الفيروسية والفطرية أو الإصابة بالحشرات والقوارض.

وفي الحقيقة، تظهر أعراض نقص التغذية واضحة في حالات النقص الشديد فقط في عنصر ما. وعند ظهور أعراض النقص يجب عدم الاكتفاء بمجرد الملاحظة، بل لابد من التأكد منها بطرق عملية أخرى، مثل تحليل التربة والنبات، واختبارات أنسجة النبات في الحقل أو التجارب الحقلية (كذلك تجارب في أواني أو أصيص (Pot experiments) في محطة التجارب المحلية).

وفي ما يلي وصف عام لأعراض نقص بعض العناصر الغذائية:

أعراض نقص النيتروجين

- صغر حجم النبات وضعف بنيته (هذه أعراض تشترك فيها جميع العناصر الناقصة)، تدهور صحة النبات وصغره.
- شحوب اللون الأخضر (من الأعراض المشتركة)، لون أخضر

مصفر ينتشر من قمة إلى قاعدة الأوراق (شحوب القمة[*]) ، ويصبح لون الأوراق القديمة بنيا (tip chlorosis).

- قد تموت الأوراق السفلى قبل أوانها، بينما تبقى قمة النبات مخضرة (قد يظن خطأ عند ذاك أنها أعراض نقص في الرطوبة).

أعراض نقص الفوسفور

- صغر حجم النبات وبطء نموه.
- لون الأوراق أخضر شاحب يميل من القمة إلى القاعدة إلى اللون القرمزي أو البرونزي (وغالبا ما تأخذ السيقان نفس المظهر).
- بطء نضج النباتات وبقاؤها خضراء.
- تشوه شكل الثمار ونقص في امتلاء الحبوب

أعراض نقص البوتاسيوم

- ضعف النمو وصغر حجم النبات.
- تتلون حواف الأوراق من القمة إلى القاعدة.
- تتلون حواف الأوراق بلون أصفر أو أحمر يتحول فيما بعد إلى لون بني محروق (edge necrosis) ثم لا تلبث الحواف أن تموت، وتذبل الأوراق.
- رقاد النبات (Lodging)
- تكتسب أوراق الأشجار لونا مصفرا أو محمرا وتصيبها ثقوب أو أخاديد أو انحناءات.
- صغر حجم الثمار وتبقعها بالجروح والإصابات، وعدم تحملها للتخزين والحفاظ على جودتها.

---

[*] شحوب (chlorosis): اصفرار في أوراق النبات يرتبط بتناقص الكلوروفيل (chlorophyll)، وينشأ عن نقص في العناصر الغذائية، ويتراجع بإضافة هذه العناصر التي يحتاجها النبات. التنكرز (necrosis) وهو موت موضعي يحل بالنسيج الحي، ويعني اكتساب الأوراق أو أجزاء منها لونا بنيا. ولا يتراجع ذلك، أي لا يعالج بإضافة العناصر الغذائية.

أعراض نقص المغنيسيوم

- اصفرار المساحات الورقية بين العروق الخضراء (يدخل المغنيسيوم في تركيب الصبغة الكيميائية التي تدعى الكلوروفيل اللازم للتمثيل الضوئي) ثم لا تلبث الأوراق أن تتبقع أو يتغير لونها، وأخيرا تمـــوت الأنســجة (death of tissue) ابتداء من الأوراق السفلى العتيقة.

أعراض نقص الكبريت

- اصفرار النبات كله (كثيرا ما يلتبس بأعراض نقص النيتروجين)
- الأوراق العليا مصفرة حتى الحديثة منها
- تأخر نضج المحصول

أعراض نقص الكالسيوم

- لون الأوراق الحديثة مصفر إلى مسود، وتظهر على سطوحها الانحناءات أو تصبح على شكل فنجان (بقع بنية).
- يبدو النبات ذابلا.
- قد تبدو الثمار مصابة بالعفن (الطماطم).
- الجذور مشوهة .

أعراض نقص البورون

- غالبا ما تأخذ الأوراق شكلا غير منتظم ومجعد، وتصبح سميكة هشة، مع ظهور بقع غير منتظمة بين العروق.
- موت القمة النامية للبراعم مع كثافة النمو قرب قمة النبات، كما يتعثر النمو طولا نظرا لقصر المسافة بين العقد.
- يبدو على الشمندر السكري وغيره من المحاصيل الجذرية، ظهور بقع مشبعة بالماء ميتة أو تجاويف في نسيجه الحي وكذلك في نخاع الساق
- صغر الثمار وتشوهها مع وجود عقد فلينية وجروح.
- انخفاض إنتاج البذور لعدم اكتمال إخصاب الأزهار.

أعراض نقص الزنك

- ضعف نمو وصغر حجم الأوراق.
- تبدو فروع أشجار الفاكهة قصيرة وغزيرة.
- ظهور خطوط صفراء بين عروق الورقة (عبارة عن خط عريض أبيض باهت (white bleached band) في الجزء الأسفل من الورقة
- يصبح لون الأوراق، في بعض الأحيان، أخضر زيتوني أو أخضر رمادي، (تشبه إلى حد كبير أعراض نقص الفوسفور).

أعراض نقص الحديد

- شحوب نموذجي في الأوراق الصغيرة (chlorosis)، في المساحات بين العروق، على طول الأوراق (يحدث هذا الشحوب عادة في التربة الجيرية).

على الرغم من أن مظاهر النقص عادة ما تنبه المزارع إلى خلل في تغذية النبات، إلا أن تصحيح علامات نقص التغذية هذه الواضحة للعين، حتى ولو تم بسرعة عن طريق إضافة ما يكفي من العناصر الغذائية، فإن هذا لا يمنع غلة المحصول أن تكون بصفة عامة أقل عند الحصاد مقارنة مع محصول مغذى جيدا منذ زرعه حتى حصاده. وإذن، تمكن الإدارة الزراعية الجيدة من تفادي النقص في تغذية المحاصيل طيلة الموسم الزراعي. ولتحقيق هذه الغاية، فإن أسلم طريق هو اللجوء إلى اختبارات التربة وتحليل النبات واختبارات أنسجته في الحقل وإجراء التجارب الحقلية.

اختبارات التربة

يستخدم اختبار التربة لبيان كمية العنصر الغذائي التي ستكون متاحة في التربة لامتصاص النبات، والكمية التي يجب إضافتها في شكل سماد معدني من أجل بلوغ غلة المحصول المتوخاة. ويقدم الشكل رقم ٨ تفسيرا بسيطا لاختبار التربة عند إجرائه بالنسبة لعنصر واحد، على مستويات مختلفة من الخصوبة.

كلما ارتفع مستوى الخصوبة، كما يدل على ذلك اختبار التربة بالنسبة لعنصر غذائي، كلما قلت كمية السماد المطلوب إضافتها. إلا أنه

حتى في المستويات العالية من الخصوبة، يلزم إضافة السماد للمحافظة على مستوى عال من خصوبة التربة والإنتاجية. وهناك أنواع مختلفة من اختبارات التربة. لكن المشكلة تكمن في ربط العلاقة بين طرق استخلاص عنصر غذائي من تربة معينة بواسطة الاختبار، والغلة المطابقة لها أو المتوقعة (معايرة calibration).

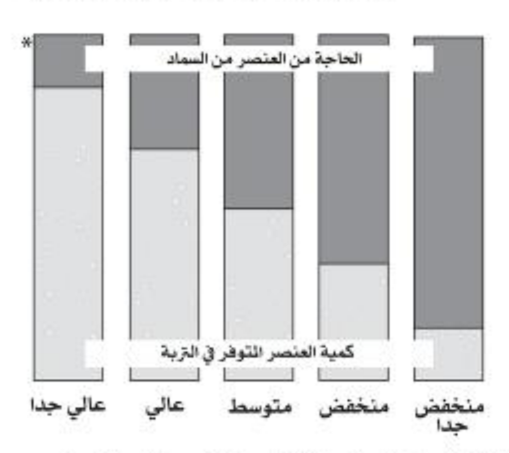
وفي محطة التجارب الحقلية التي توجد بمنطقتك، إذا ما سبق لها إجراء تحاليل وتجارب حقلية، وربط علاقة بين اختبارات التربة واستجابة المحاصيل للتسميد (وتدعى هذه العملية بالمعايرة)، ينصح بأن يقوم المزارع بإرسال عينات من التربة للجهات التي قامت بهذا العمل.

وعند ذاك، يمكن لها أن تعطي تفسيرا صحيحا لنتيجة اختبار التربة وتقدم التوصية الملائمة في التسميد.

كيف يستفاد من اختبار التربة

عند إجراء اختبار التربة تستخلص كيميائيا العناصر الغذائية الموجودة

الشكل رقم ٨: المصادر النسبية للعناصر الغذائية عند مستويات مختلفة من الخصوبة كما يظهرها اختبار التربة



* تضاف الأسمدة حتى عند هذا "المستوى المرتفع جدا" من الخصوبة بهدف إعانة النبات في مراحله الأولى والمحافظة على الخصوبة العالية للتربة

في عينة مأخوذة على عمق الحرث (ploughed depth). ثم يجري تقدير الكمية المتاحة منها للنبات. وبناء على نتائج هذا الاختبار، يمكن ربطها بالبيانات المتوافرة من التجارب الحقلية التي أجريت لاستكشاف مدى استجابة المحاصيل التي سبق تسميدها.

وبناء على ما يتوافر من بيانات المعايرة، يمكن تفسير نتائج الاختبار ووضع برنامج وتوصيات تسميد على أسس سليمة (تراعى طبعا البيانات المتوافرة عن الزراعات السابقة، أي الدورة الزراعية، وسوابق استعمال السماد في الماضي، وأحوال الطقس).

كيفية أخذ عينة التربة

تتوقف فائدة اختبار التربة على مدى الدقة في أخذ العينة وتمثيلها للتربة التي جمعت منها، ولذا يجب العناية بعملية أخذ العينات. ومن المهم اختيار المنطقة التي ستؤخذ منها العينة، وأن لا تخلط عينات أنواع الأتربة المختلفة مع بعضها. فإذا بدا لك أن هناك تفاوتا في صفات التربة أو نمو المحصول بالحقل أصبح من الضروري أخذ عينات منفصلة لتمثيل هذا التفاوت.

وتستعمل لأخذ العينة آلات بسيطة مثل المثقب (auger) أو المجرف والسكين، بالإضافة إلى دلو نظيف ووعاء (تجنب استعمال الدلو أو الوعاء الذي سبق استعماله في نثر الأسمدة!).

فإذا ما استعمل المجرف، تحفر حفرة مثلثة على شكل V لعمق ١٥-١٨سم، وتؤخذ العينة كشطا من القسم السفلي لما حمله المجرف على طول هذه الحفرة على شكل شريحة عرضها ٢ سم، بمساعدة السكين التي تقطع هذا الجزء من حمولة المجرف. ولكي يكون تمثيل العينة أقرب للواقع يراعى زيادة عدد العينات على أن تؤخذ عشوائيا من حوالي ٢٠ حفرة من نفس الحقل أو القطعة (plot) لكل عينة مركبة (حقل لا تتجاوز مساحته هكتارا واحدا على أقصى تقدير) ثم تخلط مع بعضها خلطا جيدا في الوعاء النظيف. ويؤخذ من المزيج حوالي نصف كيلو غرام من التربة (عادة بعد أن يتم تجفيفها في الهواء على ورقة نظيفة من الورق) ليكون بمثابة عينة ممثلة لتربة الحقل، وتوضع بكيس أو صندوق نظيف.

تدون المعلومات بسجل العينات وعلى بطاقة ملحقة بالعينة مبينا عليها تاريخ العينة، رقم العينة وموقعها مع مخطط بسيط للأرض

لمساعدتك على مطابقة نتائج اختبار التربة بالموقع في الحقل.

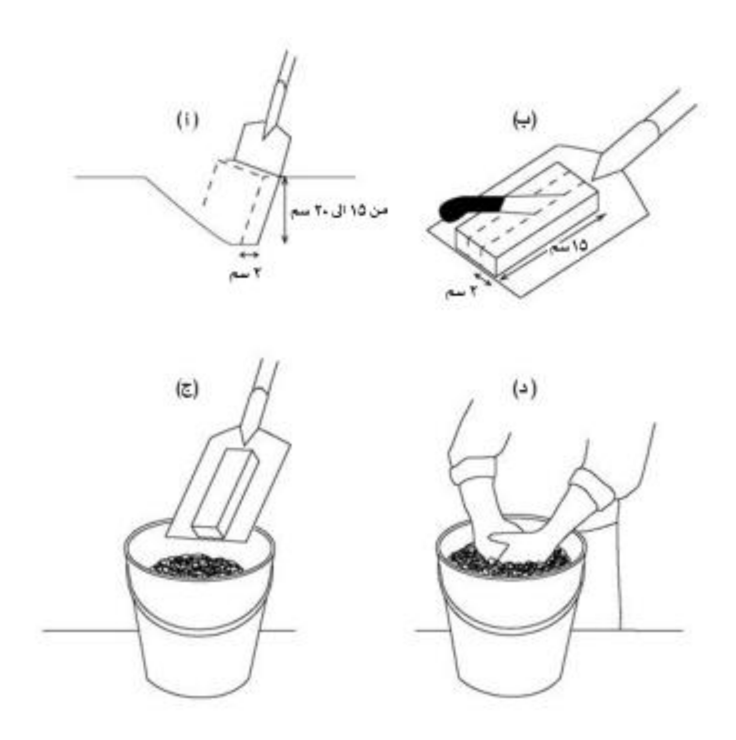
زيادة لفائدة نتائج اختبار التربة وجدواها، ينصح بأخذ العينات بعد حصاد المحصول وقبل زرع وتسميد المحصول الذي يليه.

اختبارات النبات

تحليل النبات

يمكن القول بصورة مبسطة أن اختبار النبات أو فحصه ما هو إلا طريقة نستشف منها إجابة النبات عن تساؤلنا، هل يكفيه ما تمده به الأرض أو

الشكل رقم ٩: أخذ عينات التربة



الأسمدة من العنصر تحت الاختبار؟ أو هل العناصر الغذائية المختلفة التي يحتاجها متاحة بنسب صحيحة لبعضها البعض؟ سيعطيك النبات معلومات موثوق بها عن وضعه الغذائي من حيث درجة اكتفائه من مجموع العناصر الغذائية بتاريخ أخذ العينة. وبالتالي فهو يدلك عما يحتاجه فعلا من السماد لاستكمال تغذيته (بالنسبة للمحصول الحالي). ويجري اختبار العناصر في عصير النبات الخلوي (sap) أو مادته الجافة ويتم ذلك بتقديرها كيميائيا ومعرفة تركيزها. فإن كان تركيز عنصر ما أقل من مستوى أدنى ("القيمة الحرجة" critical value)، وهذا المستوى يختلف تبعا لكل عنصر غذائي، فمعنى ذلك أن إضافة هذا العنصر بالتسميد ستزيد في أغلب الأحيان من غلة المحصول. وللاستفادة من هذا التحليل، يجب ربط علاقة بين القيمة الحرجة المعلومة لدينا ومستوى الغلة المتوخاة. لكن الأهمية الكبرى لهذه القيم تكمن في إمكانية تطبيقها على نفس المحصول عبر العالم، متى تم تحديدها بإتقان. ويمتاز اختبار النبات بدقته وكثرة العناصر التي يمكن تقديرها بواسطته.

يستعمل تحليل النبات بامتياز في الزراعات المعمرة وكثيرا ما يستعمل في أشجار الفواكه (الموالح) وأشجار النخيل.

اختبار أنسجة النبات في الحقل

يجري هذا الاختبار على النباتات الخضراء بالحقل. فيؤخذ النسيج موضع الاختبار، عادة من الأوراق (وغالبا ما يكون الورقة النشيطة الحديثة العهد) أو الامتداد الذي يصل الورقة بالساق (سويقة petiole)، فيقطع ثم يرج مع محلول يستخلص منه عناصره أو يعصر النسغ، وتوضع العصارة على ورقة اختبار ثم تعامل بمواد كيميائية معينة فتعطى لونا خاصا. وبمقارنة الألوان التي تظهر على ورقة الاختبار بألوان أخرى قياسية تدل على تركيز معروف لعناصر غذائية في نباتات سليمة منتجة، يمكن تحديد مقدار ما هو متوافر في هذا النبات من العنصر موضع الاختبار.

وهذه الطريقة ذات فاعلية في التأكد من أعراض نقص العناصر بالإضافة إلى قدرتها على اكتشاف ما خفي من أعراض النقص غير الظاهرة. ويمتاز اختبار الأنسجة النباتية بسرعة إجرائه على المحصول النامي مباشرة، وبقلة تكاليفه، وإمكانية مقارنة النتائج سواء بين النباتات أو المعاملات في الحقل مباشرة.

تجارب السماد الحقلية

بالرغم من أن نتائج تحليل النبات واختبارات أنسجته في الحقل تدل على نقص في العناصر الغذائية، وتكشف خصوصا عن أعراض النقص الكامنة، باستعمال مقاييس مبنية على أساس محاصيل جيدة النمو ومنتجة، فإن اختبارات التربة تتطلب ربط نتائجها (correlation) بغلة المحصول. ويجب ربط أو معايرة طرق الاختبار بإجراء تجارب حقلية. فإذن، مما لا شك فيه أن إجراء تجارب حقلية على السماد ضروري لتقدير احتياجات النبات من العناصر الغذائية وربطه مع الغلة المتحصل عليها في النهاية. وتضاف الأسمدة في مثل هذه التجارب بمقادير محددة من العناصر الغذائية (أو بتوافق مع البيانات المحصل عليها من اختبار التربة أو النبات، أو هما معا)، ومن ثم تراقب استجابة المحصول لهذه المعاملات، وتسجل الغلال النهائية.

والميزات التي تتصف بها هذه التجارب هي:

١. أفضليتها عن غيرها من الاختبارات لتحديد العناصر الغذائية التي يحتاجها النبات والناقصة بالتربة، ولإرشاد المزارعين إلى حاجتهم من الأسمدة التي يتعين إضافتها.

٢. إظهارها مدى دقة توصيات التسميد المبنية على اختبارات التربة والنبات في علاقتها مع الغلة المحصل عليها.

٣. إمكانية تقييم النتائج اقتصاديا، مما يبرز بشكل واضح عائد الأسمدة، ويقدم الحجة للمزارع لإقناعه وحفزه على استعمال الأسمدة.

٤. إمكانية تسجيل النتائج بالصور واستخدامها لسنوات عديدة في الدعاية لأهمية الأسمدة.

٥. إظهارها لمزايا إضافة الأسمدة من واقع تجارب بسيطة وتوضيحات عملية يشاهدها المزارعون والمشتغلون بالزراعة.

أما عن الطريقة التي تجري بها هذه التجارب الحقلية أو الإرشادية البسيطة فسيأتي ذكرها بوضوح في الفصل ١٢.

التجارب الحقلية الطويلة الأمد

إن إعداد توصيات لإضافة الأسمدة بمنطقة ما لا بد وأن يستند على نتائج العديد من التجارب الحقلية التي أجريت على أراضيها. ويمكن إلحاق أمثلة عن هذه التوصيات في نهاية هذا الكتيب.

وليكن معلوما أن تقدير العناصر الغذائية بالتربة لا يكتفى بإجرائه مرة واحدة ولكل الأحوال. والدراسات المستمرة ضرورية نظرا لأن الظروف تتغير بسرعة. فقد يصير عنصر ما محددا للنمو بعد إضافة عنصر آخر وحيد (في تسميد غير متوازن). وقد تكون زيادة عنصر ما أو ندرته بالتربة سببا في انخفاض الغلة أو نقصان الربح الحاصل من استعمال السماد بالنسبة للمزارع. كما أن التوازن غير الصحيح في إمداد العناصر الغذائية قد يزيد من احتمال إصابة النبات بالأمراض أو الرقاد أو تأخير نضجه.

هذه هي بعض الأسباب التي تبرز أهمية استمرار التجارب الحقلية لفترة طويلة، حتى نصل لمعرفة كمية ونسبة العناصر الغذائية اللازم إضافتها.

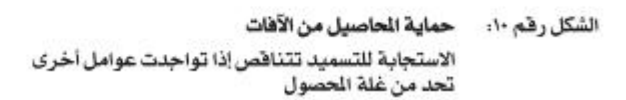
١١. عوامل أخرى تحد من الإنتاج المحصولي

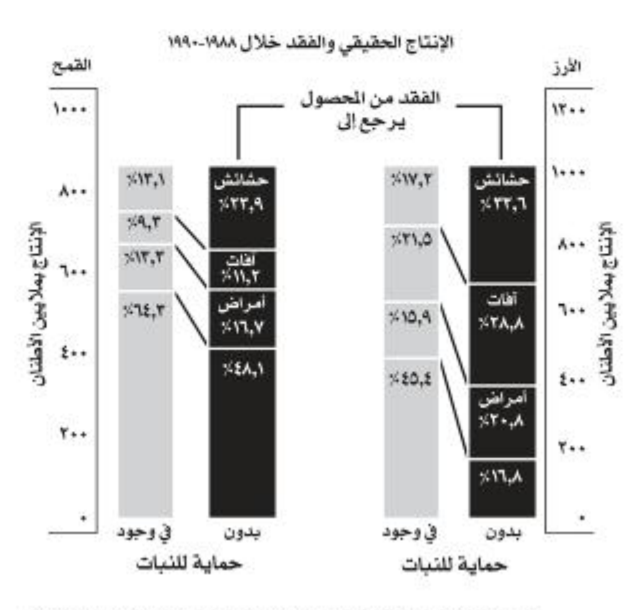
تعتبر الأسمدة أحد العوامل ذات الأهمية البالغة التي تساهم في رفع إنتاجية الأرض وتحقيق زراعة مستدامة. لكن لا يمكنها أن تحل جميع مشاكل الإنتاج الزراعي. في الفصول السابقة من هذا الكتيب ذكرنا عدة عوامل وممارسات زراعية أخرى يمكنها التأثير على غلال المحاصيل والحد من فعالية الأسمدة. وعند تطبيق المزارع للإدارة الزراعية الجيدة، يجب عليه أن يعير اهتماما خاصا إلى ما يلي:

- إعداد مهاد البذرة بالفلاحة (الحراث) المناسبة في الوقت المناسب.
- اختيار أصناف المحاصيل (تفضل الأصناف عالية الغلة)
- اختيار معدل البذر الملائم، والذي يتوقف على:
  أ) عدد النباتات في وحدة المساحة.
  ب) المسافة بين النباتات أو الخطوط.

- بذر البذور في الوقت المناسب؛
- توفير الرطوبة الكافية بالتربة (استعمال الري حيثما توفر الماء أو اللجوء إلى تغطية سطح التربة بمواد تحافظ على رطوبة التربة وتحول دون تبخر مائها)؛
- الصرف الكافي للمياه (ترحيل المياه الزائدة بالصرف السطحي أو الصرف التحتسطحي)؛
- مقاومة الحشائش (بالعزق أو الفلاحة أو استعمال مواد كيميائية)؛
- مقاومة الأمراض (بزراعة الأصناف المقاومة للأمراض أو بالمعاملة بالكيماويات المرخصة)؛
- مقاومة الآفات (باستخدام الوسائل المطلوبة والمرخصة لمكافحتها)؛
- اتباع نظام دورة زراعية تحد من تأثير الأمراض والآفات الحيوانية والحشائش.
- تحسين بناء التربة (باتباع دورة زراعية ملائمة وزراعة النباتات النجيلية مؤقتا (grassland) وإضافة السماد العضوي أو التسميد الأخضر green manuring)؛
- المحافظة على محتوى مناسب من المادة العضوية بالتربة (باتباع دورة زراعية ملائمة والتسميد العضوي أو الإمداد بالمادة العضوية)؛

هذا ومن الصعب طبعا، تقدير الخسائر المترتبة عن العوامل الأخرى التي تؤثر على نمو النبات والمحصول بدقة. هناك بعض التقديرات فيما يخص مقاومة الحشائش وحماية المحصول. وكمثال لما يمكن أن تحققه مقاومة الحشائش وحماية المحصول، نورد النتائج الموضحة بيانيا بالشكل رقم ١٠، الذي يبين الخسارة في إنتاج القمح والأرز الناجمة عن منافسة الأعشاب الضارة، وأمراض النبات والأضرار التي تلحقها الآفات. ونرى التناقض بين الغلة التي يمكن تحقيقها نظريا مع الإنتاج الفعلي المسجل. بدون حماية زراعة القمح، يضيع بسبب الأعشاب الضارة وآفات الحيوانات والأمراض أكثر من نصف الغلة التي يمكن تحقيقها نظريا. بفضل حماية زراعة القمح، أمكن حصاد ثلثي





المصدر: اقتبست من Adapted from E.C Oerke European Crop Protection Association-Brussels 1992

المحصول. والوضع أسوء بالنسبة للأرز: بدون حماية، لا يمكن حصاد سوى أقل من خمس المحصول، وحتى مع هذه الحماية للمحصول، لم يزد الحصاد عن أقل من نصف الغلة الممكن تحقيقها نظريا.

١٢. العمل الإرشادي في مجال الأسمدة

إن موقعك القيادي في عملك يملي عليك التزامات ومسؤوليات، ويتيح لك فرصا لمساعدة المزارعين في منطقتك. فمن خلال محادثاتك ومقالاتك واجتماعاتك وحقولك الإرشادية، يمكنك أن تبين لهؤلاء المزارعين فوائد استخدام الأسمدة وكيف تؤدي حتما إلى زيادة غلال محاصيلهم. وبالإضافة إلى ذلك، يمكنك أن تبين لهم فوائد الإدارة

الجيدة لمزرعته، وما تعنيه من زيادة الريع وحماية جيدة للبيئة، وبالتالي تحقيق زراعة مستدامة.

وعليه، فإن نشاطك في مجال الأسمدة لا يكتسي أهمية بالغة فقط بالنسبة لمجموع المزارعين في منطقتك، ولكن كذلك بالنسبة لبلدك.

عندما تهم بتعريف المزارعين بمنطقتك بما هي الأسمدة، عليك أن تحدد هدفك. إذن، ستحتاج إلى الاستعداد جيدا وبوضوح. أولا، يجب أن تعرف من أين لك أن تأتي بالسماد، أي من هم تجار الأسمدة بالتجزئة في منطقتك، وما هي رتب الأسمدة المتوافرة لديهم في المخزون، وما هو الوقت اللازم للحصول عليها عند الطلب. ثانيا، يجب عليك الاتصال بمحطة الأبحاث الزراعية القريبة منك، أو المدرسة الزراعية أو الجامعة الزراعية لتبلغك التوصيات بشأن معدلات التسميد المناسبة محليا. ويمكنك أن تسجل في ملحق بهذا الكتيب التوصيات الواردة عن مختلف المحاصيل في بلدك. ابدأ بإقامة الحقول الإرشادية مستندا على هذه التوصيات، ومكيفا إياها على ضوء النتائج التي ستحصل عليها في منطقتك. ثالثا، يمكنك دعوة المزارعين ليطلعوا بأنفسهم على نتائج الحقل أو التجربة الإرشادية وتحدثهم عن أثر التسميد على نمو المحصول وغلته. ويجب أن يكون هذا العمل جزءا من برنامج متكامل للإرشاد إلى الإدارة الزراعية الجيدة. وأخيرا، سوف تعقد مهرجانات (يوم الحقل للزراع) أو تبدأ تدريبا في الحقل تحت عنوان "المدرسة الحقلية" لصالح المزارعين لتبين لهم الجدوى الاقتصادية من استعمال السماد في تحسين الغلة.

إجراء أو إقامة حقل إرشادي

قبل أن تبدأ في إجراء تجربة أو إقامة حقل إرشادي في مجال التسميد، يجب عليك أن تضع أولا خطة وتصميما: ماذا أريد أن أبين للمزارع؟ أي محصول يمكن أن يخضع للاختبار حتى تكون التجربة مقنعة جدا (المحصول الأكثر قيمة أو الأكثر شيوعا في منطقتك، أو الأكثر استهلاكا كمصدر للغذاء)؟ أي مزارع أختاره للتعاون معه؟ أين هو أحسن موقع أو حقل استخدمه كحقل إرشادي؟ ما هو السماد المتوافر لدي للاستعمال للمحصول المختار؟ متى وكيف يجب علي أن أضيف السماد؟ ما هي

الإجراءات الأخرى التي يجب أخذها في الاعتبار؟

وهكذا، تحتاج لإجراء تجربة تسميد أو إقامة حقل إرشادي إلى تحضير وإعداد ما يلي:

١. خطة لإجراء التجربة (قطعتي اختبار أو أكثر[٢٤]، أين تجري التجربة وعلى أي محصول، مساحة وأبعاد كل قطعة، هل تجرى التجربة في حقل واحد أو في عدة حقول).

٢. دفتر حقلي لرسم الحقل أو التجربة، ولتسجيل كل المعلومات بما في ذلك ملاحظاتك خلال الموسم (كمية العناصر الغذائية المضافة، تاريخ الإضافة)، موقع حقل التجارب، ملاحظات عن النمو وعن درجة مقاومة الأعشاب الضارة والآفات خلال فترة النمو، وعن الغلة عند موسم الحصاد.

٣. مزارع أو أكثر يتعاون معك ويساعدك في إقامة الحقل أو التجربة على أرضه أو أرضهم.

٤. سماد ذو رتبة أو رتب مناسبة ومتاح في الوقت المناسب، يوضع في مكان جاف لحفظ السماد قبل استعماله.

٥. ميزان لوزن كمية السماد لكل قطعة تجارب.

٦. أكياس من الورق، وتفضل أكياس من الورق السميك المؤلف من طبقات، توضع فيها كميات الأسمدة الخاصة بالمعاملات المختلفة، ويكتب على كل منها بوضوح نوع المعاملة:

٧. شريط قياس أو أي وسيلة أخرى لتحديد مساحة وأبعاد وشكل قطعة الأرض التي ستجرى عليها التجربة، وأوتاد و خيوط لتحديد أطراف كل قطعة، خصوصا الزوايا.

٨. أدوات للحصاد بما في ذلك المناجل لقطع المحصول وميزان لقياس غلة المحصول.

٩. معلومات عن أسعار السماد وأسعار المنتجات الزراعية حاليا، وربما

---

[٢٤] عادة ما تبدأ بقطعتين، أي قطعة أرض تجري عليها المعاملات، وقطعة أرض تستعمل كشاهد أو يتبع فيها أسلوب المزارع المحلي. وإذن، ستعمل بدون قطع مكررات. ولكن، إذا نفذت إجراء نفس التجربة على عدة قطع أرضية في حقول عدة مزارعين، فإن المواقع المختلفة يمكن أن تعتبر مكررات وتقيمها على هذا الأساس. لكن يجب التأكد من هذا الأسلوب في العمل باستشارة خبير إحصاء في محطة التجارب الزراعية القريبة منك.

آلة حساب صغيرة توضع في الجيب، لحساب العائد الاقتصادي لكل تجربة (وذلك بحساب نسبة الربح/الكلفة و/أو صافي العائد).

تذكر ضرورة المحافظة ، بشكل عام، على بساطة التجارب السمادية بحقلك الإرشادي!

ا) إبراز تأثير السماد من خلال مقارنة القطعة المسمدة بتلك التي لم تستخدم فيها الأسمدة، مع تساوي باقي العوامل. يشمل التصميم البسيط ما يلي: قطعة بدون سماد - قطعة مسمدة تبعا للتوصيات؛

ب) قد يكون الغرض من الحقل الإرشادي في بعض الأحيان إقناع المزارعين باستعمال معدلات أعلى من عنصر سمادي معين (ن و/أو فو و/أو بو)، وعندئذ يعدل التصميم بحيث يسمح بمقارنة معدلين مختلفين من العنصر أو العناصر الغذائية. ويصبح التصميم: بدون سماد - معدل أدنى في الهكتار من العناصر السمادية (مثلا ٣٠ كغ للهكتار من النيتروجين) - معدل أقصى من السماد (مثلا ٦٠ كغ للهكتار من النيتروجين). ونفس التصميم بالنسبة للفوسفور والبوتاسيوم. وعند اختبار معدلات أعلى من عنصر غذائي معين أثناء التجربة، يراعى تواجد العنصرين الآخرين (التسميد المتوازن).

ج) إذا ما أردت إقناع المزارع بجدوى التسميد المتوازن، يجب عليك تصميم مقترح لحقل إرشادي من ثلاث أو أربع قطع: بدون سماد - قطعة بالنيتروجين فقط (ن)، قطعة بالنيتروجين والفوسفات (ن فو) - قطعة بالنيتروجين والفوسفات والبوتاسيوم (ن فو بو).

وفيما يلي نموذج لهذا التصميم المقترح لحقل إرشادي من ثلاث قطع:

بدون سماد - ن فو- ن فو بو

أو بدون سماد- فو- ن فو

أو بدون سماد- ن- ن فو

أو بدون سماد- ن- ن فو بو.

د) زيادة على إثبات جدوى استعمال السماد، قد ترغب أن تثبت كذلك جدوى الأساليب الزراعية المحسنة، خصوصا في نظام متكامل

لتغذية النبات. وفي هذه الحالة، تحتاج إلى تصميم مقترح لحقل إرشادي من أربع قطع:

القطعة١ : بدون سماد + أسلوب المزارع المحلي.

القطعة ٢ : سماد حسب التوصيات + أسلوب المزارع المحلي

القطعة ٣: بدون سماد + أساليب زراعية محسنة (أساليب الحرث التي تحفظ التربة، إمداد بالمادة العضوية، تسميد أخضر، أصناف محسنة من البذور، مواعيد وطريقة الزراعة، مقاومة الأعشاب والآفات و...الخ)

القطعة ٤ : تسميد موصى به + أساليب زراعية موصى بها (أساليب الحرث التي تحفظ التربة، إمداد التربة بالمادة العضوية، بالسماد الأخضر، أصناف محسنة من البذور، مواعيد وطريقة الزراعة، مقاومة الأعشاب الضارة والأمراض...الخ).

ويستدعي الاحتواء التدريجي لمعاملات تشتمل على أساليب "أخرى" محسنة بخلاف التسميد، أن يأخذ هذا التصميم الأخير حقه من التأكيد في الحقول الإرشادية. وإذن، يوصى بإجراء تجارب سمادية بسيطة بالأساس، كما هو موضح تحت أ) و ب)، مع تنفيذ الحقول الإرشادية أو التجارب البسيطة الأخرى كما هو مبين تحت ج) و د) أو التجارب التي تحتوي على معاملات أكثر، مثلا ست إلى عشر معاملات[٢٥] بتعاون مع محطة التجارب الزراعية القريبة منك.

تحديد مساحة الحقل

تحدد أبعاد القطعة تبعا لمساحة الحقل أو المزرعة. وحيث أن مساحة المزارع والحقول كثيرا ما تكون صغيرة في منطقتك، فإن قطع الحقل الإرشادي يجب أن تكون صغيرة أيضا، على ألا تصل بصغرها إلى الحد الذي لا يمكن معه إظهار الغاية الإرشادية منها أو أخذ نتائج دقيقة في نهاية الموسم لتقدير تأثير المعاملات السمادية على غلة المحصول.

[٢٥] لقد اعتمد سابقا برنامج الأسمدة التابع لمنظمة الأغذية والزراعة تصميما من ثمانية قطع أرضية لإجراء تجارب سمادية بسيطة: قطعة شاهد = ٠٠٠، قطعة فو بو = ١١٠، قطعة ن بو = ١٠١، قطعة ن فو = ٠١١، قطعة ن فو بو = ١١١، قطعة ٢ ن + فو بو = ١١٢، قطعة ٢ فو + ن بو = ١٢١ وقطعة ٢ بو + ن فو = ٢١١

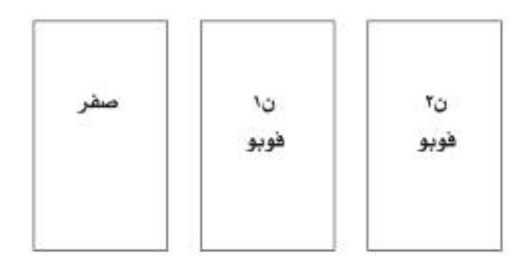
من المزمع نشر قاعدة البيانات والمعلومات، الخاصة بمنظمة الأغذية والزراعة، حول نتائج التجارب والحقول الإرشادية، على الإنترنت في سنة ٢٠٠٣ .

وقد تبين من خلال التجربة أنه يكفي أن تكون مساحة القطعة الواحدة المحتوية على معاملة سمادية واحدة في كل حقل في حدود ٥٠ إلى ٤٠٠ متر مربع (أي من ٥ م × ١٠م إلى حد أقصاه ١٠ م × ٤٠ م).

وتأخذ القطعة الإرشادية عموما شكلا مستطيلا، وتقام إلى جوار بعضها البعض في الحقل الواحد، مع ترك ممرات بينها وحولها بعرض ٠.٥ إلى ١ م (انظر الشكل رقم ١١). تذكر دائما طوبوغرافيا أو تضاريس الحقل بحيث توجه كل القطع في نفس الاتجاه.

ويجدر توزيع المعاملات السمادية على التجارب الإرشادية بطريقة عشوائية دون ترتيب معين. إلا أن الأمر يختلف عندما تقوم بإجراء تجارب إرشادية على ثلاث قطع فقط بالحقل، فهنا يجب اعتماد هذا الترتيب: ٠-١ن-٢ن (أو عناصر غذائية أخرى). ولتفادي حصول التباس لدى المزارعين حول القطع، يجب كذلك إجراء نفس التجارب الإرشادية، موزعة على عدة حقول[٢٦].

الشكل رقم ١١: مثال على تخطيط حقل إرشادي بسيط لمقارنة قطعة شاهد ومعدلين مختلفين من النيتروجين



مساحة القطعة: ٥ متر × ١٠ متر

ممرات بعرض ٠,٥ متر بين القطع

[٢٦] يستعمل التوزيع العشوائي للمعاملات السمادية عندما تجرى تجارب تحتوي مثلا على ست معاملات مكررة ثلاث مرات. وهذا مثال على ترتيب المعاملات بالنسبة لهذا النوع من التجارب:
مكرر أ: (معاملات) ٦-٣-٥-٢-٤-١
مكرر ب: (معاملات) ٢-٤-٦-١-٣-٥
مكرر ج: (معاملات) ١-٢-٣-٤-٥-٦

ويراعى في حقول المحاصيل المزروعة في خطوط ضبط المسافة بين القطع بحيث تحتوي كل قطعة على نفس العدد الصحيح من الخطوط. فإذا أريد مثلا أن تحتوي القطعة على ١٠ خطوط بفاصل قدره متر واحد بين كل خطين، فإن عرض القطعة يجب أن يكون ١٠ أمتار. أما بالنسبة لقطعة أرضية تحتوي على تسعة خطوط بفاصل قدره ١,٢٠ م بين كل خطين، فإن عرض القطعة يجب أن يكون ١٠,٨٠ م.

وإذا كانت مساحة القطع التي تحتوي على المعاملات بالحقل الإرشادي كبيرة، فليس من الضروري وزن محصول القطعة كله، وهنا يكتفى بوزن إنتاج ما لا يقل عن ٢٠ إلى ٥٠ متر مربع أو ١٠ أمتار من الخطوط في كل قطعة ذات معاملة.

تقرير المعدلات السمادية لكل قطعة في الحقل الإرشادي

إذا كانت الأسمدة المتوافرة لديك من النوع البسيط غير المركب، مثل اليوريا، السوبر فوسفات الأحادي، كلوريد البوتاسيوم، فلحساب ما تحتاجه من كل هذه الأسمدة لتحصل على المعاملات السمادية لقطعتك الإرشادية. تطبق المعادلة التالية:

$$\text{الكمية اللازمة لكل قطعة} = \frac{\text{معدل إضافة العنصر (كغ /هكتار)} \times \text{مساحة القطعة (م}^2\text{)}}{١٠٠ \times \text{النسبة المئوية للعنصر بالسماد}}$$

والمثال التالي عن التصميم للحقل الإرشادي يوضح ذلك:

المعاملة في القطعة (كغ في الهكتار)	ن	و/او فو$_2$أ$_5$	و/او بو$_2$أ
أ)	صفر	صفر	صفر
ب)	٣٠	٣٠	٣٠
ج)	٦٠	٦٠	٦٠

لاحظ من فضلك أن المعدلات المرتفعة من السماد لا تضاف إلا للمحاصيل التي تستفيد من الري أو الهطول الكثيف للأمطار. إذا ما أردنا إضافة معدل ٣٠ كغ للهكتار من النيتروجين، على قطعة أرضية مساحتها ٥٠ مترا مربعا، وكان السماد هو اليوريا التي تحتوي على ٤٥ ٪

من النيتروجين، فإن حساب وزن السماد للقطعة يتم بالشكل التالي:

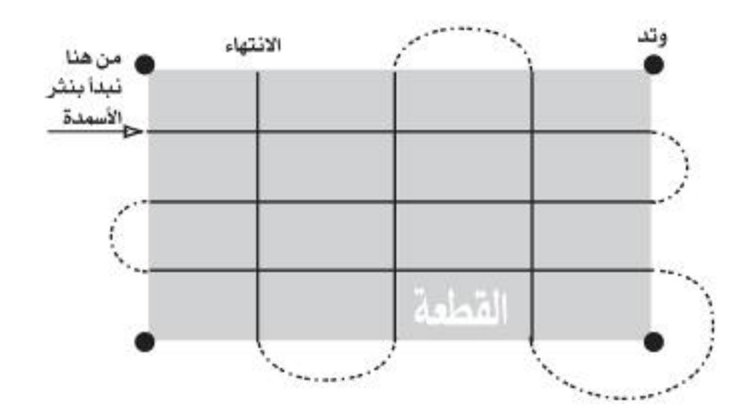
كمية اليوريا اللازمة لكل قطعة: $\frac{٥٠ \times ٣٠}{٤٥ \times ١٠٠}$ = ٠,٣٣ كغ من اليوريا اللازمة لكل قطعة

وهكذا فإن عليك أن تزن ٠,٣٣ كغ من سماد اليوريا لإضافتها للقطعة المسمدة بالمعاملة ب) وأن تزن ٠,٦٦ كغ من نفس السماد لإضافتها بالنسبة للمعاملة ج). فإذا كانت مساحة القطعة ٤٠٠ متر مربع، فإن كمية اليوريا اللازمة لهذه القطعة هي ٢,٦٤ كغ و ٥,٢٨ كغ بالتوالي. كما يمكن إجراء الحساب بنفس الطريقة عند استعمال وحدات أخرى كالرطل (pound) والأكر (acre) (انظر الملحق).

إضافة السماد نثرا إلى القطع الصغيرة

لإضافة السماد للقطعة الصغيرة، توزن الكمية الواجب إضافتها وتوضع بكيس يحمل بطاقة عليها بيان بالمعاملة. ولتفادي الخلط بين المعاملات، تسجل قائمة الأكياس في الدفتر الحقلي. ويمكن توزيع السماد نثرا باليد (الشكل رقم ١٢). في حالة تعذر نثر الكمية بشكل متجانس، نظرا لقلة كمية السماد للقطعة الواحدة، ينصح بوضع كمية من التربة الجافة في وعاء نظيف، ثم تضاف إليها كمية السماد الخاصة

الشكل ١٢: الطريقة الصحيحة لنثر الأسمدة على قطعة صغيرة



بالقطعة وتمزج مزجا جيدا مع التربة. فهذا يعطي حجما أكبر يساعد على توزيع السماد بشكل متجانس. وكلما كانت القطعة في الحقل الإرشادي صغيرة، كلما زاد تأثير الأخطاء والأغلاط في النتيجة العامة. ولهذا، يجب عليك أخذ مزيد من الحذر كلما كانت القطعة صغيرة لنثر السماد بتجانس تام على القطعة.

تتم عملية نثر الأسمدة أو خليط التربة والسماد بأخذ حفنة منها وتوزيعها على سطح التربة في حركة مشابهة لعملية نثر البذور، متبعا خط السير الموضح. ويمكنك استخدام هذه الطريقة عند إضافة أسمدة التأسيس (قبل الزراعة) أو حتى بعد الزراعة بمدة (على المحصول المزروع)، كما يمكن استعمالها لعدد كبير من المحاصيل.

أما بالنسبة للمحاصيل الأخرى المزروعة على خطوط كالذرة واليام (Yam) والفول السوداني أو عندما يتعلق الأمر بالأشجار المثمرة، فإنه ينصح بإضافة الأسمدة في خطوط جانبية أو إلى كل نبات على حدة. ويتم ذلك بحفر جور إلى جانب النبات توضع فيها الأسمدة (بضع غرامات) أو تضاف في خندق صغير مواز لخط الزراعة بكميات صغيرة ثم تطمر بالتربة (انظر كذلك الفصل ١٠).

تقييم الحقول الارشادية للسماد

تجب زيارة التجارب والحقول الإرشادية بانتظام طيلة الموسم الزراعي، بمرافقة صاحب الحقل متى أمكن. يجب تسجيل بيانات في دفترك الحقلي عن تطور النمو وكذلك عن هطول الأمطار أو الري، وعن مقاومة الأعشاب الضارة والأمراض، ...الخ.

يمكن القيام بالحصاد ووزن الغلة خلال عقد مهرجانات (يوم الحقل للزراع). ولكن إذا عقد يوم الحقل خلال فترة نمو المحصول لإظهار الفرق في تطور النمو، فقد يكون من المفيد حصاد ٢٠ م٢ من المحصول قبيل يوم الحقل ببضعة أيام، ووزن الغلة، ومقارنة المعاملات المختلفة وتقييم العائد الاقتصادي. وهذا لا يستثني حصاد جزء أو بقية القطعة، خلال يوم الحقل النهائي.

من فوائد حصاد جزء من القطعة قبل يوم الحقل، أنه يمكنك من حساب **نسبة الربح/التكلفة** أو حساب "**صافي العائد**"، بفضل البينات المتاحة لك عن الغلة وعن تكلفة السماد وأسعار المنتجات

الزراعية، كما يسمح لك ذلك بوضع رسوم وملصقات تعرضها أثناء يوم الحقل.

وهذه الطريقة هي أحسن وسيلة لإقناع المزارع، لأن أحسن حجة أو الحجة الوحيدة التي تجعله يستعمل الأسمدة هي تلك التي تقوم على العائد الاقتصادي الذي سيجنيه.

لحساب نسبة الربح/الكلفة، نقوم بقسمة الزيادة في غلة المحصول على كلفة السماد المستخدم لتحقيق تلك الغلة:

$$\text{أي أن نسبة } \frac{\text{الربح}}{\text{الكلفة}} = \frac{\text{القيمة المادية للزيادة في المحصول}}{\text{القيمة المادية للسماد}}$$

فإذا كانت هذه النسبة أكبر من الواحد الصحيح اعتبرت إضافة الأسمدة مربحة. فإن كانت ٢ مثلا دل ذلك على تحقيق ربح قدره ١٠٠ ٪، بمعنى أن كل دولار أمريكي مثلا يصرف على الأسمدة يعطي عائدا في غلة المحصول يقدر بدولارين أمريكيين. علاوة على ذلك، يسترد المزارع عائد ما يستثمره في التسميد بعد فترة قصيرة من الاستثمار، أي عادة بعد بضعة شهور. هذا ويجب أن نتذكر أنه يجب ألا تقل نسبة الربح/الكلفة عن ٢:١ لتأمين عائد مربح للمزارع.

تقدم طريقة صافي العائد معلومات عن مقدار الزيادة المطلقة في الدخل التي يحصل عليها المزارع. وتحسب بطرح كلفة السماد المستخدم من قيمة الزيادة في المحصول الناتجة عن استخدام السماد.

أي أن صافي العائد = القيمة المادية للزيادة في المحصول - القيمة المادية للسماد

فإذا كان صافي العائد موجبا دل ذلك على ربحية إضافة السماد. وتستخدم هاتين الطريقتين، نسبة الربح على الكلفة وصافي العائد، لحساب اقتصاديات التسميد لأغراض مختلفة. فقد تكون هناك حالة لا تحقق فيها دائما أعلى نسبة الربح/الكلفة أكبر عائد، لأن الأمر يعتمد على كلفة السماد. أي أن تحقيق أكبر غلة في الهكتار لا يعني بالضرورة أكبر عائد من الربح.

إن هاتين الطريقتين لحساب اقتصاديات التسميد تقدم لك أداة لإرشاد المزارع إلى اتباع التوصيات الخاصة بالتسميد الأكثر جدوى اقتصاديا.

عقد اجتماعات عن الأسمدة

كما سبق ذكره، يجب عليك أن توجه الدعوة إلى المزارعين والعناصر القيادية الأخرى (الإعلان عن ذلك بكافة الوسائل الممكنة، كالبريد والإذاعة والملصقات والصحف والبطاقات) لحضور يوم حقلي للمزارعين بهدف إيضاح فوائد إضافة الأسمدة لهم وزيارة الحقول الإرشادية أو القطع التجريبية بالقرب من قراهم ومزارعهم، خلال موسم نمو المحصول الذي وضع عليه الحقل الإرشادي.

ويجب أن يتضمن إعلانك ودعوتك المعلومات الآتية:

- الغرض من الاجتماع: مشاهدة ومناقشة برنامج التسميد بالحقل الإرشادي والخاص بمحصول ما.
- المدعوون: المزارعون بالمنطقة (مع أزواجهم)، وأصدقائهم وقادة مجتمع القرية وممثلي البنوك الزراعية المحلية، بائعي الأسمدة بالتجزئة، الخ...
- مكان الاجتماع: يجب توضيح مكان الاجتماع بإعطاء إرشادات واضحة، وبيان كيفية الوصول إليه.
- موعد الاجتماع: يجب تحديد الموعد بالساعة واليوم والشهر.

وعند انعقاد اليوم الحقلي يجب إطلاع المدعوين على كافة المواضيع بالشكل الحسي، فتريهم عينة من الأسمدة التي استعملت، وتشرح لهم كيف تمت إضافتها وتوزيعها. ويجب على المزارع المضيف أن يبين ويشرح ملاحظاته حول النمو والغلة في مختلف القطع الإرشادية. وإذا ما أمكن، يجب أن تقوم بحصاد جزء من القطع بمساعدة المشاركين، وتشجعهم على إعطاء تقديراتهم للإنتاج المتوقع من المعاملات المختلفة، تلك التي تحتوي على سماد أو بدون سماد، وللعائد الاقتصادي من إضافة الأسمدة. وأخيرا عليك إسداء النصح للمزارعين ليقوموا بزراعة بعض الحقول الإرشادية بأراضيهم.

ولا يقتصر الأمر على هذه الأيام الحقلية الخاصة، بل عليك أيضا أن توجه الدعوة للمزارعين (بصحبة أزواجهم)، وإلى بائعي السماد بالتجزئة وأعيان القرية لحضور اجتماعات عامة والتي تنشر أخبار الأسمدة وتناقش موضوعها. عليك أن تجعل من هذه الاجتماعات عادة مألوفة في قريتك، وعليك بث الحماس في نفوس المزارعين بمنطقتك. وتصبح هذه الاجتماعات أكثر إفادة عندما تعرض بعض الصور أو الشرائح الملونة أو الملصقات أو اللوحات التي تعلق على الجدران لبعض الحقول أو التجارب التي تظهر تأثير الأسمدة على زيادة الغلال. ويفضل أن تحصل عليها من منطقتك. ويمكن استخدام اللوحات التي تعلق على الجدران لشرح حاجات النبات إلى العناصر الغذائية والدور التي تلعبه الأسمدة في الإيفاء بهذه الحاجات. ويمكنك الاستفادة من الرسوم المبينة في هذا الكتيب لهذه الغاية. كما يجب عليك بث الحماس لقادة القرية المحليين ليساعدوك على عقد مثل هذه الاجتماعات.

تتغير الظروف بسرعة، كما سبق ذكره، و قد لا تصبح التوصيات التي تقدم هذه السنة في مجال التسميد بالضرورة هي المثلى التي تقدم للسنة القادمة. ذلك أن أحوال الطقس وتساقط الأمطار وخصوبة التربة وأصناف المحاصيل المزروعة، كلها معرضة للتغيير.

وإذا نظرنا إلى الأساليب الزراعية بصفة عامة، يلاحظ المرء أن هذه الأساليب تتغير باستمرار. إذن، ننصح المزارعين بالاجتهاد في الحصول على معلومات جيدة بالمبادئ والعمليات الأساسية، زيادة على استعمال الأسمدة الاستعمال الصحيح، حتى يمكنهم أن يواكبوا التطورات ويواجهوا المشاكل الجديدة والمتباينة. أصبح المزارعون مضطرين لتغيير نظمهم الزراعية وأساليبهم في إدارة مزرعتهم لأن الظروف التقنية والاقتصادية والاجتماعية تتغير باستمرار.

تطبق في مدارس المزارعين الحقلية (Farmers field schools) أحيانا برامج الإدارة المتكاملة للتربة والعناصر الغذائية بشكل عام. عليك أن تتصل بالهيأة الحكومية لمعرفة ما إذا كانت مثل هذه المدارس الحقلية للمزارعين موجودة في بلدك و/أو يمكن إنشاءها في منطقتك.

١٣. الخلاصة

على اعتبار أن الأسمدة من المقومات الرئيسية للتطور الزراعي، فهي تشكل بذلك دعما للأمن الغذائي وصيانة لإنتاجية التربة. تستطيع بجهدك واهتمامك وحماسك أن تحدث تغييرا حقيقيا في منطقتك بتعريف المزارعين على الأسمدة أو حثهم على الزيادة من استعمالها. إنها مسئوليتك في مواجهة التحدي، وبذلك تساهم في تطوير الظروف المعيشية في منطقتك وتحقيق زراعة مستدامة.

ملحق: **جدول تحويل المقاييس والموازين**

المساحة والمقاييس

الهكتار = ١٠٠٠٠ متر مربع = ٢,٤٧١ أكر

المتر = ٣,٢٨٠٨ قدم = ١,٠٩٣٦ ياردة = ٣٩,٣٧بوصة

الأكر = ٤,٤٨٠ ياردة مربعة = ٠,٤٠٤٧ هكتار

الياردة = ٣ أقدام = ٠,٩١٤٤ متر

القدم = ١٢ بوصة = ٠,٣٠٤٨ متر

الموازيـــــــن

الكيلو غرام = ١٠٠٠ غرام = ٢,٢٠٤٦ رطل

١كغ /هكتار = ٠,٨٩٢٢ رطل / أكر

الطن المتري = ٢٢,٤٠٦ رطل = ١,١٠٢٣ طن أمريكي = ٠,٩٨٤٢ طن إنجليزي

الرطل = ٠,٤٥٣٦ كيلو غرام

١رطل/أكر = ١,١٢٠٨ كغ/هكتار

الطن الأمريكي = ٢٠٠٠ رطل = ٠,٩٠٧٢ طن متري

الطن الإنجليزي = ٢٢٤٠ رطلا = ١,٠١٦ طن متري

الأسمـــــــــدة

الفوسفور

لتحويل فو$_2$أ$_5$ (الفوسفات) إلى فو يضرب فو$_2$أ$_5$ × ٠,٤٣٦٤
لتحويل فو إلى فو$_2$أ$_5$ يضرب فو × ٢,٢٩١٤

البوتاسيوم

لتحويل بو$_2$أ إلى بو يضرب بو$_2$أ × ٠,٨٣٠٢
لتحويل بو إلى بو$_2$أ يضرب بو × ١,٢٠٤٦